

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1927-1928 N° 49

LE SKI DANS L'ARMÉE

Revue générale des effets physiologiques
de la pratique du ski en haute montagne

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 16 Décembre 1927

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Maurice ANDRÉ

Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire

Né le 1^{er} septembre 1901, à ROSIÈRES-AUX-SALINES (Meurthe-et-Moselle)



LYON

Imprimerie BOSC Frères & RIOU

42, Quai Gailleton, 42

1927

LE SKI DANS L'ARMÉE
REVUE GÉNÉRALE DES EFFETS PHYSIOLOGIQUES
DE LA PRATIQUE DU SKI EN HAUTE MONTAGNE

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1927-1928 N° 49

LE SKI DANS L'ARMÉE

Revue générale des effets physiologiques
de la pratique du ski en haute montagne

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 16 Décembre 1927

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Maurice ANDRÉ

Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire

Né le 1^{er} septembre 1901, à ROSIÈRES-AUX-SALINES (Meurthe-et-Moselle)



LYON

Imprimerie BOSC Frères & RIOU

42, Quai Gailleton, 42

—
1927

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Doyen honoraire M. L. HUGOUNENQ.
 Doyen M. J. LEPINE.
 Assesseur M. ROLLET.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. AUGAGNEUR, CAZENEUVE, ROQUE, BARD, LANNOIS.

PROFESSEURS

Cliniques médicales	MM. PIC.
Cliniques chirurgicales	PAVIOT.
Clinique obstétricale et Accouchements	TIXIER.
Clinique ophtalmologique	BERARD.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	VORON.
Clinique neurologique et psychiatrique	ROLLET.
Clinique des maladies des enfants	NICOLAS.
Clinique des maladies des femmes	LEPINE (J.).
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	MOURIQUAND.
Clinique des maladies des voies urinaires	VILLARD.
Clinique chirurgicale, infantile et orthopédie	COLLET.
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie	ROCHET.
Chimie biologique et médicale	NOVE-JOSSERAND.
Chimie organique et Toxicologie	CLUZET.
Matière médicale et Botanique	HUGOUNENQ.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	MOREL.
Anatomie	BRETIN.
Histologie	GUIART.
Physiologie	LATARJET.
Pathologie Interne	POLICARD.
Pathologie et Thérapeutiques générales	DOYON.
Anatomie pathologique	FROMENT.
Chirurgie opératoire	CADE.
Médecine expérimentale et comparée et bactériologie	FAVRE.
Médecine légale	PATEL.
Hygiène	ARLOING (F.).
Thérapeutique, hydrologie et climatologie	Etienne MARTIN.
Pharmacie	COURMONT (P.).
	SAVY.
	LEULIER.

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours de Pathologie externe	MM. VALLAS.
— — — Prépédeutique de gynécologie	CONDAMIN.
— — — Chimie minérale	BARRAL.
— — — Urologie	GAYET.

CHARGES DE COURS COMPLEMENTAIRES

Anatomie topographique	MM. THEVENOT (Léon)
Puériculture et hygiène de la première enfance	RHENTER.
Chirurgie expérimentale	TAVERNIER.
Stomatologie	TELLIER.

AGREGES

MM.	MM.	MM.	MM.
GARIN.	ROUBIER.	DUNET.	DUFOURT.
TRILLAT.	BONNET.	CHALIER (André).	GABRIELLE.
SARVONAT.	RHENTER.	CHALIER (Joseph).	MANCEAU.
FLORENCE (G.).	MAZEL.	NOEL.	MARTIN (Joseph).
ROCHAIX.	SANTY.	CHEVALLIER.	ROCHET (Ph.).
CORDIER (V.).		DUMAS.	WERTHEIMER.
		DEVIC.	

M. BAYLE, secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. LATARJET, président ; CORDIER, assesseur
 CHEVALLIER et GABRIELLE, agrégés



La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MES GRANDS-PARENTS

A MES PARENTS

A MES FRÈRES

A MON ONCLE GEORGES

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

À MONSIEUR LE PROFESSEUR LATARJÉT

*Professeur d'Anatomie à la Faculté de Lyon,
Correspondant National de l'Académie de Médecine,
Officier de la Légion d'honneur.*

Il nous fait le grand honneur de
présider notre thèse, pour l'élabora-
tion de laquelle ses conseils nous fu-
rent toujours d'un efficace secours.
Nous l'en remercions sincèrement et
l'assurons de notre très respectueux
dévouement.

A MES JUGES

A MES MAÎTRES

de l'Ecole Annexe de Médecine Navale de Brest
de la Faculté de Médecine de Lyon
de l'Ecole du Service de Santé Militaire

Introduction

A un moment, où le Ski, sport d'hiver par excellence, prend en France un développement, de lui inconnu jusqu'alors, au moment, où s'établit entre nos unités de montagne cette belle émulation pour briller aux concours militaires de ski, indice du magnifique esprit de corps de ces troupes, il nous a paru intéressant d'étudier les conditions climatiques de la pratique de ce sport et les avantages physiologiques qu'en retirent ses adeptes. M. le Professeur LATARJET nous inspira le sujet de ce travail; sa compétence pour tout ce qui touche aux sports et plus particulièrement aux sports d'hiver, nous fit bénéficier de conseils précieux qui guidèrent notre marche hésitante dans ce domaine nouveau pour nous. Nous le prions de croire à la sincérité de notre profonde gratitude.

M. DÉJARDIN, professeur de Physique à la Faculté des Sciences, M. CHEVALLIER, professeur agrégé à la Faculté de Médecine, nous firent profiter de leur expérience. Nous leur adressons nos remerciements.

M. le capitaine JACQUEL, du Centre général de Ski

de Briançon, associé depuis longtemps au développement du Ski dans nos montagnes, nous fut d'un puissant secours dans la mise au point de la partie militaire de ce travail. Nous l'en remercions ici.

M. le Médecin-Major GIROD, par une aide professionnelle de tous les instants dans la prise de nos observations, s'assura une part active dans l'élaboration de cette thèse. Nous nous faisons un réel plaisir de lui exprimer ici notre reconnaissance.

Il nous a été donné, grâce à la haute bienveillance de M. le Directeur du Service de Santé du XIV^e Corps, d'assister, à Chamonix, au Concours International de Ski de février 1927. Nous y avons examiné de nombreux skieurs. C'est le résultat de nos investigations que nous publions.

Nous avons divisé ce travail en quatre parties :

la première traite succinctement de l'histoire du ski militaire en France et de son organisation actuelle ;

la seconde est un rappel de l'action des climats d'altitude sur l'organisme ;

la troisième résume sommairement la physiologie du ski au point de vue musculaire ;

la quatrième est l'exposé de nos observations sur les skieurs.



Moniteur militaire du centre de Briançon exécutant un Télémartk

CHAPITRE PREMIER

Le ski militaire en France son organisation actuelle

Historique du ski dans l'armée

Il semble bien que l'usage du ski date des temps les plus reculés, d'aucuns avancent que son berceau est l'Altaï d'où il se répandit en Asie et en Europe avec les races qui y émigrèrent. C'est, en réalité, dans les légendes et la mythologie scandinaves qu'il en est question pour la première fois d'une façon certaine. Skald en fut la déesse et Ull le dieu.

Dans l'histoire des peuples scandinaves abondent les relations où figurent les exploits des skieurs et plus particulièrement des skieurs militaires. Ils combattirent à la bataille d'Oslo vers l'an 1200. Plus tard Gustave Adolf les utilisa en qualité d'éclaireurs. Ce sont eux qui, dit-on, portèrent à Trondhjem la nouvelle de la mort de Charles XII devant Frederikssteen.

Puis, dans ces pays mêmes, l'art du ski tombe dans l'oubli le plus complet, si bien qu'au début du siècle dernier, il n'est plus pratiqué, mais dans son style le plus pur, que dans certaines contrées, comme à Télémark.

Et c'est comme facteur de la lutte antialcoolique et contre la déchéance de la race qu'il fut remis en honneur par le gouvernement au même titre que l'éducation physique et les sports.

Nous savons quels admirables résultats vinrent récompenser ces efforts tant au point de vue lutte antialcoolique qu'au point de vue sport pur. Les Scandinaves, et au premier rang les Norvégiens, sont passés maîtres dans l'art du ski. Leurs skieurs formés dès l'enfance sont ces magnifiques athlètes qui enlèvent les prix aux concours internationaux. Au point de vue militaire, ils n'ont besoin de recevoir à leur arrivée au corps qu'un enseignement purement militaire, leur technique « à ski » étant déjà parfaite.

Dans d'autres pays : Finlande, Russie du Nord, Sibérie, le ski fut utilisé de tous temps.

En France, le ski en tant qu'instrument paraît avoir été introduit par la Commission scientifique du Nord en 1839. Mais l'usage ne s'en implanta pas. C'est au cours de l'hiver 1878-79 que Duhamel fit les premiers essais qui eurent lieu en France. Ils furent décevants. Il ne se découragea pas, cependant, et il fonda, en 1896, à Grenoble, le Ski-Club des Alpes. Citons également vers la même époque les efforts individuels des docteurs Pilet et Payot, des lieutenants Videmann et Au-

bertin. Ce sont des précurseurs, presque sans adeptes, employant les skis sans méthode.

En réalité, c'est à l'Armée que revient le mérite d'avoir propagé, chez nous, le ski tant utilitaire que sportif.

Le ski naquit réellement à Briançon, au cours de l'hiver 1900-1901, grâce aux efforts du capitaine Clerc, aidé du lieutenant Monnier. Il dresse en 1900-1901-1902 des skieurs qui, au cours d'expériences comparatives, montrent la nette supériorité du ski sur la raquette. Pendant l'hiver 1902-1903 les membres d'une mission militaire norvégienne, par leur virtuosité, contribuèrent à cette démonstration.

Dès cette époque, voyant loin et juste, le capitaine Clerc prépare le développement du ski dans nos montagnes. Il demande la création, à Briançon, d'une école militaire de ski destinée à former les skieurs, officiers et soldats de nos régiments de montagne. Les soldats, choisis de préférence parmi les montagnards des hautes vallées, rentrés chez eux y rapporteront ce moyen de locomotion d'une utilité incontestable. De petites sociétés s'organiseront, qui pratiqueront le ski en tant que sport. Des concours régionaux développeront l'émulation. Et de la sorte, l'Armée trouvera un recrutement aisé de skieurs tout éduqués au point de vue technique, principal but poursuivi.

En 1904 est créée, à Briançon, la première Ecole de Ski avec le capitaine Clerc comme directeur. Elle reçoit des officiers des 14^e, 15^e, 7^e et 18^e corps. Ceux-ci propagent le ski dans les régions où ils commandent

des postes d'hiver, dans les Alpes, le Jura, les Vosges, les Pyrénées. 1906 voit la création des écoles régimentaires. En 1912, une école régionale est créée à Gérardmer avec comme directeur le capitaine Dunoier de Lescheraisnes.

Au cours de la guerre 1914-1918, nos skieurs furent employés dans les Vosges, où ils eurent à lutter contre les skieurs allemands. Répartis, au début, par petites fractions dans les différentes unités, ils furent par la suite réunis en deux groupes : celui d'Oberlauch, celui de Suddel Ballon; puis, en quatre compagnies. Leur activité se limita presque exclusivement à des patrouilles en avant des lignes et à des missions d'éclaireurs où ils rendirent de réels services, y ayant été admirablement préparés dès le temps de paix. Dans l'emploi tactique, l'effectif d'une compagnie ne fut pas dépassé, et, s'ils vinrent « à ski » très rapidement sur le lieu du combat, ils s'engagèrent « à pied », comme une infanterie ordinaire.

Dans le Tyrol, Italiens et Autrichiens mirent en ligne des unités plus importantes.

Après la guerre, le Centre de Briançon reprend son activité au cours de l'hiver 1919-1920. Puis furent créés trois centres régionaux :

un dans le Jura, aux Rousses,

un dans les Pyrénées, à Barèges,

un dans les Vosges, à Gérardmer.

Organisation de l'instruction des skieurs militaires

L'enseignement du ski dans l'armée a pour but de former des officiers et des hommes de troupes susceptibles d'utiliser le ski pour des fins militaires, soit isolément, soit en groupes constitués.

Cet enseignement est donné :

pour les officiers, par le Centre général de Ski de Briançon;

pour les hommes de troupes, par les Ecoles régimentaires et par les Ecoles régionales de Ski.

Les officiers y sont envoyés à raison d'un nombre déterminé par chaque unité de montagne.

Les hommes de troupe envoyés à ces écoles sont choisis parmi les volontaires, exceptionnellement ils doivent être désignés d'office. Les possesseurs du brevet de skieur militaire y vont obligatoirement en qualité de moniteurs.

Les élèves doivent remplir certaines conditions physiques : ce sont de préférence des sujets robustes, bien constitués, entraînés aux exercices physiques, et exempts d'affections aiguës ou chroniques. L'examen médical qu'ils subissent doit les trouver exempts de palpitations, d'affections pulmonaires, de varices et varicocèle gênants, de laxité de l'anneau inguinal les prédisposant aux hernies, et de toute gêne fonctionnelle des bras, des jambes, de la colonne vertébrale et du bassin.

Leur habillement spécial comporte un jersey, des chaussures de neige, des bouts de pied, des gants mouffles, des bandes molletières, un passe-montagne, des lunettes à neige.

Le Centre général d'Instruction du Ski à Briançon s'ouvre dans la première quinzaine du mois de janvier pour un cours d'une durée de 45 jours. Il forme les officiers, futurs chefs des Ecoles régionales et des Ecoles régimentaires.

Les Ecoles régionales, destinées aux corps d'armée où le petit nombre d'hommes à instruire ne permet pas la création d'Ecoles régimentaires, et ces dernières fonctionnent dès que l'enneigement de la région est suffisant. La durée des cours est de 6 semaines.

L'enseignement comporte l'étude de la marche sur ski, partie technique, et une partie tactique. Il comprend de plus toute une série d'exercices destinés à entraîner les élèves au point de vue physique :

entraînement du cœur et des poumons par la marche sur ski au pas allongé ou au pas gymnastique, ceci d'une façon très progressive,

mise au point des muscles des bras, des épaules, du dos par des exercices de force aux agrès et du grimper à la corde,

développement de la souplesse par des exercices d'assouplissement et d'adresse à ski.

Les skieurs ainsi formés sont ensuite répartis dans les postes d'hiver où ils sont dans d'excellentes conditions pour se perfectionner dans leur spécialité et pour s'entraîner en vue des compétitions.

Concours militaires de ski

Pour entretenir une émulation indispensable à la progression dans le sport du ski, les commandants de corps d'armée peuvent organiser des concours régionaux qui coïncident, si possible, avec les manifestations sportives d'hiver. Les équipes qui y ont réalisé les meilleures performances peuvent être désignées pour participer aux épreuves sportives internationales. Leur entraînement peut, dans ce cas, être pour suivi au Centre Général de Ski.

Parmi les épreuves figurant à ces concours régionaux se trouvent :

une course de fond par équipe,

une course de fond individuelle.

La première est, en somme, une reconnaissance effectuée, dans le plus bref délai possible, sur un itinéraire jalonné, avec, en un point de parcours, un tir individuel obligatoire.

La longueur de la course est variable avec, sur le trajet, des postes de secours pourvus de boissons chaudes, de médicaments et de pansements. Une équipe de secours suivie d'un traîneau part derrière la dernière équipe et effectue le parcours sans laisser derrière elle le moindre concurrent. Il est recommandé, au chef d'équipe responsable, de se rendre compte à chaque instant de l'état de ses skieurs et de ne pas dépasser le train maximum supportable sans défaillance par l'équipier le plus faible; en cas de

fatigue ou d'indisposition de l'un de ses hommes il doit abandonner la course.

La deuxième ne comporte rien qui la distingue des courses individuelles ordinaires. Le parcours en est très variable.

Gouttière sur skis pour blessés et malades graves

L'existence de skieurs, pouvant être blessés ou malades dans des régions couvertes de neige, où tout moyen de locomotion, en dehors des skis et de la raquette, est inutilisable, a incité le Service de Santé Militaire à rechercher un appareil de transport et d'évacuation adapté à ce terrain spécial.

Il existe, actuellement, à l'étude, une gouttière de Rouvillois montée sur skis recourbés aux deux extrémités pour permettre la marche dans les deux sens, afin que le transporté ait toujours la tête placée à un niveau supérieur à celui des pieds. Nous en avons vu l'expérimentation, à Chamonix, par le Médecin-Major GIROD. Cet appareil peut passer partout où passent les skieurs. Sa traction par piétons ou raquettistes est des plus faciles; elle est plus difficile par skieurs, qu'il faut choisir robustes et bien expérimentés; dans ce dernier cas, cinq hommes sont à peine suffisants pour remonter de très fortes pentes (35 %) de neige dure et battue, comme celle de la piste réceptive du tremplin olympique du glacier des Bossons. Quoiqu'il en soit, cet appareil peut, semble-t-il, rendre

de réels services dans les circonstances indiquées ci-dessus.

Equipement du skieur militaire

L'équipement du skieur militaire doit comporter un vêtement suffisamment ample pour ne gêner en aucune façon les mouvements. A ce point de vue, le costume des chasseurs alpins est bien compris. Cependant, nous préférons le pantalon long norvégien avec la petite bande molletière fixée à la partie supérieure de la chaussure, à notre culotte et à la bande molletière qui risque, lorsqu'elle est mal appliquée, de trop serrer les muscles de la jambe, d'apporter une certaine gêne au libre jeu des extenseurs et des fléchisseurs du pied, et d'entraver la circulation sanguine.

La chaussure est, peut-être, la partie la plus importante de l'équipement. Elle doit être extrêmement résistante, imperméable, et affecter, si possible, une forme particulière (laupars norvégiens). L'armée ne peut donner actuellement à nos troupes des chaussures de forme spéciale; mais elle doit veiller à ce que les qualités du cuir employé soient parfaites, c'est-à-dire qu'il soit souple et résistant. Les semelles doivent être épaisses, de préférence sans clous. Les tiges hautes sont à proscrire. La chaussure doit être suffisamment large pour que le pied soit à l'aise en y mettant deux paires de chaussettes de laine. Quant

à la longueur, il doit y avoir un intervalle de 15 mm. entre l'extrémité du gros orteil et l'extrémité de la chaussure.

Le soulier réglementaire, convenablement choisi, peut donc suffire, mais nous sommes persuadés qu'il y aurait avantage à doter les troupes alpines d'une chaussure particulière réservée au ski, que les alpins emporteraient dans leur sac.

CHAPITRE II

Action des climats d'altitude sur l'organisme

Pratiquant un sport exclusivement de montagne sous nos latitudes, le skieur est soumis à l'action des climats d'altitude. Les divers facteurs en sont :

- la pression barométrique diminuée,
- la température plus basse,
- l'insolation plus intense,
- l'humidité moindre,
- l'atmosphère plus pure.

La pression barométrique s'abaisse à raison de $1^m/m$ de Hg par fraction de 10^m à 16^m d'élévation.

La température décroît, dans les Alpes, de 1° pour une augmentation de 160^m environ dans l'altitude; mais remarquons que sur les pentes ensoleillées, dans l'air sec, sur la neige, qui concentre les rayons solaires, un thermomètre reçoit plus de chaleur que dans la vallée où règnent brouillard et humidité. A l'ombre et pendant la nuit, la température tombe,

mais les variations diurnes ne sont pas aussi considérables qu'on le supposait autrefois.

L'insolation est plus active ainsi que nous le verrons plus loin.

La diminution de l'état hygrométrique porte à la fois sur l'humidité absolue et l'humidité relative.

La pureté de l'atmosphère a été reconnue par de nombreux auteurs, par PASTEUR en premier lieu. A titre d'indication nous donnons les chiffres suivants obtenus par MIQUEL et FREUDENREICH :

Nombre de germes contenus dans 10^{m3} d'air :

De 2000 ^m à 4000 ^m	0,0
A 550 ^m (sur le lac de Thonne)	8,0
A 550 ^m (au voisinage de l'hôtel Bellevue) ...	25
A 550 ^m (dans une chambre de l'hôtel Bellevue)	600
Au Parc Montsouris	7600
Rue de Rivoli	55000

Cet affaiblissement du nombre des germes doit tenir à la dilution des poussières du fait du moindre volume occupé par le même poids d'air, à la diminution de densité de l'atmosphère qui devient ainsi moins propre à soutenir les poussières et les germes, à la disparition progressive avec l'altitude des foyers de bactéries.

Nous nous proposons d'étudier dans les pages suivantes l'action sur l'organisme des principaux de ces facteurs : l'altitude, le froid, les radiations solaires.

Effets de l'altitude sur l'organisme

Lorsqu'un individu passe d'une altitude donnée à une autre plus élevée il présente diverses réactions physiologiques, témoins de l'adaptation de son organisme à des conditions nouvelles d'existence. Ce sont essentiellement des modifications respiratoires, hématiques et circulatoires. Ces dernières, temporaires, tendent, si le séjour se prolonge, à laisser place à l'état observé à basses altitudes, tandis que les autres persistent à leur nouveau palier.

Les conditions diverses de l'ascension : ascension passive et rapide en avion ou en ballon, ascension passive et plus lente en chemin de fer, ascension active à pied ou à cheval, l'état physique de l'individu font que les réactions ne sont pas les mêmes dans tous les cas et pour tous les sujets.

Ces modifications permettent une existence normale à très hautes altitudes, ainsi qu'en témoigne l'existence de populations actives sur les hauts plateaux du Mexique et des Andes, où la civilisation parvint avant l'arrivée des Européens à un stade avancé, et dans les montagnes de l'Himalaya, où certains villages sont perchés à plus de 4000^m au-dessus du niveau de la mer.

Les conditions de l'altitude consistent dans :

- 1° la basse pression atmosphérique, et corrélativement, la basse pression de l'oxygène atmosphérique,

- 2° la basse température,
- 3° la sécheresse de l'air,
- 4° l'accroissement de l'intensité du soleil et des conditions électriques.

La diminution de la pression de l'oxygène de l'air, et sa conséquence l'oxygénation imparfaite du sang artériel, constitue le plus important de ces facteurs. Pour certains auteurs la basse pression barométrique joue un rôle essentiel.

La réponse de l'organisme à ces différentes modifications dépend de la vitesse de décroissance de la pression de l'oxygène, de l'extension de cette décroissance, de la durée du séjour sous une basse pression, et des conditions physiques du corps.

Pour SCHNEIDER l'organisme réagit par les processus suivants qui tendent à maintenir constante la quantité d'oxygène fournie aux tissus :

- a) chute de la tension alvéolaire du gaz carbonique avec accroissement parallèle de la tension alvéolaire de l'oxygène, associés à une ventilation plus active des poumons,
- b) accroissement du pourcentage et de la quantité totale de l'hémoglobine,
- c) modification de l'équilibre acide-base du sang,
- d) accélération du rythme cardiaque, à laquelle sont associées d'autres modifications circulatoires.

Les modifications respiratoires augmentent la pression de l'oxygène à laquelle le sang est exposé; l'accroissement de la quantité d'hémoglobine élève la quantité d'oxygène susceptible d'être fixée par une

unité de volume donnée du sang; les modifications chimiques pourvoient à une dissociation adéquate de l'oxyhémoglobine dans les tissus; et, on a pensé que les modifications circulatoires consistent en un accroissement du volume du flot sanguin, qui augmenterait dans une faible mesure la pression de l'oxygène dans les tissus.

Nous allons étudier successivement :

les modifications respiratoires,

les modifications du sang,

les fonctions respiratoires du sang à hautes altitudes,

la circulation à hautes altitudes.

a) Modifications respiratoires

Les expériences de HALDANE, les observations de l'EXPÉDITION ANGLO-AMÉRICAINNE AU PIKE'S PEAK (4200^m), en 1911, celles de Miss FITZGERALD montrent que la tension alvéolaire du gaz carbonique décroît au fur et à mesure que l'altitude croît. Miss FITZGERALD a même énoncé la loi suivante : à toute chute de la pression barométrique de 100 ^m/_m de Hg correspond une chute approximative de 4 ^m/_m 2 de Hg de la tension alvéolaire du gaz carbonique. La tension alvéolaire de l'oxygène croît corrélativement et ceci est « *un des plus importants événements de l'adaptation.* » (SCHNEIDER.)

Au cours d'un séjour au Pike's Peak SCHNEIDER a

trouvé les chiffres suivants : à l'arrivé, la tension alvéolaire du gaz carbonique était de $30 \text{ }^{\text{m/m}} 8$ de Hg ; après 19 jours elle oscillait entre $25 \text{ }^{\text{m/m}} 4$ et $29 \text{ }^{\text{m/m}} 5$; la tension de l'oxygène de $40 \text{ }^{\text{m/m}} 2$ à l'arrivée s'éleva à $56 \text{ }^{\text{m/m}} 4$. Alors que si la tension de gaz carbonique du niveau de la mer ($40 \text{ }^{\text{m/m}}$) s'était maintenue, celle de l'oxygène n'aurait pu être que de $36 \text{ }^{\text{m/m}}$.

Ces modifications se produisent dès les premières heures et se poursuivent pendant quelques jours avant d'atteindre leur maximum.

Elles sont en relation avec une ventilation plus active des poumons. Au repos, la respiration est surtout modifiée en profondeur, pendant le travail l'augmentation est plus rapide que pour les mêmes exercices effectués au niveau de la mer, ainsi qu'en témoignent les observations suivantes prises sur le Pike's Peak, au cours de deux premiers jours de séjour. (Cela fut moins marqué par la suite.)

Nombre de mouvements respiratoires (à la minute)

	Au niveau de la mer	au Pike's Peak
Repos	17	20
Marche (4 miles à l'heure) ..	17,2	29
Marche (5 miles à l'heure) ..	20	36

Volume de l'air respiré (à la minute)

Repos	10 l.	14 l.
Marche (4 miles à l'heure) ..	37 l. 2	57 l.
Marche (5 miles à l'heure) ..	60 l. 9	110 l. 2

(d'après SCHNEIDER).

« La consommation d'oxygène pendant de tels exercices est approximativement la même pour chaque

degré d'effort à haute altitude et au niveau de la mer. » (SCHNEIDER.)

Si le sujet revient à basse altitude après un court séjour à haute altitude, le retour à la pression normale alvéolaire de gaz carbonique se fait rapidement; il se fait, au contraire, lentement si le séjour a été prolongé (4 semaines pour un individu resté 6 mois au Pike's Peak.)

La respiration périodique se voit souvent chez les nouveaux arrivants à très haute altitude (Mosso, DOUGLAS, EXPÉDITION ANGLO-AMÉRICAINE AU PIKE'S PEAK). Sa cause réside sans doute dans le besoin d'oxygène, car l'administration de ce gaz à l'état pur la fait disparaître.

La capacité vitale décroît, temporairement, au fur et à mesure que l'altitude croît. Diverses explications ont été données pour expliquer ce phénomène :

- 1) expansion des gaz intestinaux, d'où moindre liberté du diaphragme (ZUNTZ) ;
- 2) fatigue des muscles respiratoires (DURIG) ;
- 3) augmentation du tonus musculaire aux basses températures (FUCHS).

Le débit respiratoire maximum (mesuré au masque de Pech) diminue au fur et à mesure que l'altitude augmente, chez les aviateurs (PIÉRY et MICHEL). BAYEUX a observé également ce phénomène. IzQUIERDO trouve que cette diminution est passagère et qu'il y a ensuite adaptation; ainsi que l'indique le débit respiratoire maximum des habitants des montagnes.

On a pensé, un moment, que l'épithélium pulmonaire, par une véritable sécrétion d'oxygène, interve-

nait pour suppléer à l'insuffisante pression de ce gaz. Les dernières recherches de KROGH, BARCROFT, COOKE, HARTRIDGE, PARSONS, infirment cette théorie.

b) Modifications du sang

En 1882, Paul BERT trouve que le sang d'animaux vivants à haute altitude, en Bolivie, absorbe plus d'oxygène que celui d'animaux vivant au niveau de la mer.

En 1890, VIAULT observe une augmentation du nombre des hématies dans le sang des hommes et des animaux vivant à 4300^m au Pérou.

MÜNTZ note une augmentation de la quantité de fer contenu dans le sang d'animaux vivant à 3000^m dans les Pyrénées.

Ces observations ont été, depuis, bien souvent confirmées par de nombreux auteurs.

Le nombre des hématies et le taux de l'hémoglobine croissent, au cours de l'heure qui suit, dans le sang de l'homme ou de l'animal placé dans un espace clos, où la pression est rapidement diminuée.

Mais pour l'ascensionniste les variations sont plus tardives et si le sujet séjourne quelque temps à l'altitude, on observe les phénomènes suivants :

rapide accroissement des globules rouges et du taux de l'hémoglobine durant les 3 ou 4 premiers jours (pas de modifications pendant les toutes premières heures),

puis, accroissement graduel pour atteindre un maximum après plusieurs semaines ou plusieurs mois.

RICHARDS, opérant sur lui-même à une altitude de 4500^m en Bolivie, note, à l'aide de l'échelle de Gower-Haldane, un accroissement du taux de l'hémoglobine, qui passe de 101 à 129 % en 5 jours, puis une augmentation régulière pour atteindre le maximum de 146 % après 2 mois et demi de séjour.

Miss FITZGERALD trouve qu'à toute diminution de 100 ^m/_m de Hg dans la pression atmosphérique correspond une augmentation du taux de l'hémoglobine d'environ 10 %.

Il y a augmentation du rapport du volume des hématies à celui du plasma (IZQUIERDO).

Pour GEMELLI et CULPEPPER, le froid est la principale cause de ces phénomènes.

Les théories sur le mécanisme de cette adaptation à l'altitude sont nombreuses; nous nous contenterons, ici, de les énumérer :

- 1) concentration croissante du sang, en rapport avec la sécheresse de l'atmosphère;
- 2) augmentation de l'activité hémopoïétique de la moelle des os (Pour BAYEUX, certains globules rouges, les plus fragiles, frappés de mort, sont éliminés, laissant une insuffisance érythrocytique comme après une saignée. L'organisme la répare comme dans ce cas; de petites saignées répétées provoquent, en effet, l'hyperglobulie);
- 3) existence d'une réserve de globules rouges. Récemment L. BINET et ses collaborateurs ont trou-

vé que l'asphyxie par oblitération mécanique déclanchait, chez le chien, une polyglobulie constante, considérable, apparaissant très vite (nette au bout de trois minutes), ne disparaissant que lentement (plus d'une heure). Elle est réelle et due à la contraction de la rate, qui lance dans la circulation sanguine les hématies qu'elle contient. On peut penser qu'il se produit des phénomènes identiques lorsque la tension alvéolaire de l'oxygène s'abaisse du fait de la diminution de la pression de ce gaz dans l'atmosphère, entraînant ainsi un certain état asphyxique;

4) longévité accrue des hématies;

5) inégale distribution des hématies.

Pour VAQUEZ, l'hyperglobulie est transitoire, périphérique, au cours d'une ascension sans séjour à l'altitude; elle est réelle, centrale, pour les habitants des hauts plateaux.

IZQUIERDO, comparant le sang de veines périphériques et le sang intracardiaque d'animaux vivant à Mexico (2200^m), a trouvé que cette hyperglobulie des altitudes était *réelle*.

« *Il est indubitable, dit SCHNEIDER, que l'accroissement du taux de l'hémoglobine au cours de courtes expériences à haute altitude et durant les premiers jours est dû totalement à une perte de liquide par le sang, tandis que, pour l'organisme acclimaté, c'est une nouvelle formation d'hématies qui ramène finalement le sang à la normale* ».

c) *Fonctions respiratoires du sang à haute altitude*

Normalement, les variations de l'équilibre acide-base du sang modifient l'absorption et le rejet d'oxygène par le sang. Le gaz carbonique, par son acidité, agit non seulement sur le centre respiratoire, mais aussi sur la dissociation de l'oxyhémoglobine. Son augmentation diminue l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène, sa diminution au contraire l'augmente.

L'équilibre acide-base du sang est en effet troublé au cours de la dépression barométrique, pour la plupart des auteurs. KOEHLER, BEHNEMAN, BENELL et LOEVENHART décrivent la succession des phénomènes de la façon suivante :

Il y a d'abord une phase d'alcalose due à l'élimination considérable d'anhydride carbonique du fait de l'hyperpnée (qui relèverait de la diminution des oxydations des cellules du centre respiratoire). Puis la déficience d'oxygène dans les combustions organiques, entraîne, ainsi que l'ont montré ZUNTZ, HALDANE et leurs collaborateurs, la production d'acides (acide lactique et autres) qui passent dans la circulation, compensant la perte de gaz carbonique et rétablissent le pH à un niveau normal. Ensuite suivant l'importance et la durée de la diminution des oxydations, s'établit un degré plus ou moins marqué d'acidose. A ce moment l'organisme se trouve dans un cercle vicieux : les oxydations amoindries créent l'a-

cidose, laquelle exerce une action empêchante sur le pouvoir d'utilisation de l'oxygène par les tissus. Si on replace l'animal à la pression barométrique normale, la reconstitution de la masse d'anhydride carbonique se produit plus lentement que l'élimination des acides, ci-dessus désignés, et une nouvelle phase d'alcalose a lieu.

Quelle est la cause de l'hyperpnée d'où découle la succession de ces phénomènes ?

Pour HALDANE et BOYCOTT les acides formés possèdent sur le centre respiratoire la même action que l'anhydride carbonique. L'hyperpnée des altitudes relèverait, par ce mécanisme, de l'insuffisante oxygénation du sang.

HASSELBACH et LINDHARD notent au contraire une concentration du sang en ions H à peu près identique à toutes les altitudes; ils soutiennent que la variation primaire se trouve dans le centre respiratoire qui devient anormalement sensible aux ions H. L'hyperpnée des altitudes serait causée par une variation de la sensibilité du centre respiratoire.

HENDERSON et HAGGARD n'ont pas trouvé l'hyperacidité du sang avant l'accroissement de l'activité respiratoire, ils pensent que les phénomènes hémato-respiratoires se succèdent de la façon suivante :

- 1° abaissement de la tension de l'oxygène dans l'air inspiré et par conséquent dans le sang,
- 2° excitation du centre respiratoire ou, comme ils l'avancent, augmentation de la production respiratoire du pneumogastrique,

3° respiration excessive et expulsion d'anhydride carbonique,

4° baisse du rapport $\frac{\text{CO}^3 \text{H}^2}{\text{CO}^3 \text{N a H}}$ c'est-à-dire baisse

des ions H et alcalose du sang,

5° disparition compensatrice de bases du sang.

Ce serait donc la diminution de la tension de l'oxygène dans les poumons et dans le sang qui déclancherait le mécanisme de l'adaptation de l'activité respiratoire.

Que devient l'affinité pour l'oxygène de l'hémoglobine du sang d'individus adaptés à l'altitude? BARCROFT et les membres de l'expédition anglo-américaine au Pike's Peak ont montré que l'hémoglobine d'individus acclimatés présentait la même affinité pour l'oxygène que lorsqu'ils étaient au niveau de la mer, à la condition que le sang soit exposé à une pression d'anhydride carbonique caractéristique de la pression alvéolaire de ce gaz à l'altitude. C'est que l'action acide du gaz carbonique a été remplacée par celle d'acides nouvellement formés ou bien qu'il y a eu diminution des alcalis du sang.

HALDANE explique ainsi les modifications hémato-respiratoires :

Normalement le maintien de l'équilibre acide-base est assuré par les poumons d'une part, par le foie et les reins d'autre part; le poumon, pour le travail brutal et immédiat, par expulsion de gaz carbonique; le rein, pour le travail fin et précis, en adaptant les acides aux bases. L'augmentation de l'élimination d'anhydride carbonique, liée à l'hyperpnée, entraîne

une alcalose du sang. L'élimination de l'excès de bases par les reins et la diminution par le foie de la quantité d'ammoniaque libre rétablissent l'équilibre.

d) Circulation à haute altitude

RYTHME CARDIAQUE. — SCHNEIDER, TRUESDELL, LUTZ trouvent qu'il s'accélère lentement et régulièrement jusqu'à une altitude d'environ 4200^m, à partir de laquelle l'accélération augmente plus rapidement. Tout ceci avec des baisses rapides de la pression barométrique.

Si nous avons affaire, au contraire, à une ascension passive et lente (chemin de fer) suivie d'un séjour prolongé à l'altitude, les choses se passent autrement. Pendant le cours d'une ascension en chemin de fer l'accélération est nulle. Ce qui suit est fonction de l'état physique du sujet. Chez celui qui tolère l'altitude, l'accroissement se fait progressivement en 2 ou 3 jours; chez celui qui supporte difficilement l'altitude elle atteint son maximum dès le premier matin. Elle est plus grande chez les sujets physiquement faibles.

Si l'ascension a lieu à pied, à cheval, la fatigue fait que le pouls ressemble à celui du mal des montagnes.

Certains auteurs pensent que le pouls est extraordinairement instable aux hautes altitudes. SCHNEIDER, SISCO, CHELEY ne trouvent pas qu'il en est nécessairement ainsi : le rythme est accéléré, avec des varia-

tions identiques (au taux près) à la suite des changements de position.

Au cours d'un séjour prolongé, le rythme croît régulièrement pendant une semaine ou deux, puis il y a tendance au retour au taux des basses altitudes, ce qui se produit dans quelques rares cas.

TENSION ARTÉRIELLE. — Chez les aviateurs, au cours d'une ascension rapide, la Mx s'élève de $10^{\text{m/m}}$ à $15^{\text{m/m}}$ de Hg et la Mn reste inchangée jusqu'à 5000m. Après quoi, cette dernière, si l'altitude continue à croître, baisse de $8^{\text{m/m}}$ à $10^{\text{m/m}}$ de Hg. (SCHNEIDER.)

Au cours d'une ascension passive de montagne, elle présente une baisse si minime que cette dernière ne dépasse pas la limite des erreurs.

Au sommet du Pike's Peak, chez la majorité des gens en bonne santé la tension fut normale. Cependant dans les cas de mal des montagnes et d'adaptation difficile la Mx et la Mn furent trouvées légèrement abaissées. (SCHNEIDER.)

Mathieu DE FOSSEY et GARRAN ont noté une augmentation de la tension pour une dépression rapide, mais, pendant le séjour dans l'air raréfié, elle tendait à redevenir normale.

Pour VERAGUTH, LAZARUS, SIRMENSKI, la tension est abaissée à l'altitude; elle est augmentée pour LIEBIG, ARON; elle est inchangée pour FRAENKEL, GEPPERT, LEVY, REGNARD.

De ces opinions divergentes nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

à une dépression rapide correspond une légère hausse de la tension artérielle maxima et une légère baisse de la tension maxima;

à une dépression lente, comme celle d'une ascension de montagne, la tension maxima subit des variations, qui, insignifiantes normalement, sont plus accusées dans les cas de mauvaise adaptation.

VOLUME DU FLOT SANGUIN. — A la suite d'observations des membres de l'expédition anglo-américaine au Pike's Peak, de HASSELBACH, de LINDHARD, de KUHN, il semble que le débit, à chaque systole, reste invariable, et que le débit, à la minute, est augmenté du fait de l'accélération du rythme.

DOI, au contraire, sur des animaux, au laboratoire, trouve un débit systolique diminué. Pour lui l'accélération du rythme est un symptôme de détresse et non de compensation.

EXERCICES PHYSIQUES. — Ils demandent, à l'altitude, un plus grand effort qu'au niveau de la mer, tout au moins avant l'acclimatation.

La tension systolique, à la suite d'une course rapide et courte, fut aussi élevée qu'après un lever maximum de poids; et le retour à la normale fut aussi lent que dans ce dernier cas (SCHNEIDER).

Des cliniciens ont trouvé que le danger pour le cœur à l'altitude est augmenté par l'exercice et qu'il n'est pas dû spécifiquement à la dépression barométrique. ZEDERBAUM, WYSS insistent même sur les effets bienfaisants d'une altitude de 1800 à 2000^m chez les cardiaques.

Le mal des montagnes

Nous venons de voir ce qui se passait chez un individu qui supportait aisément l'altitude et ne présentait, en fait de troubles, à son arrivée sur un sommet élevé, qu'une certaine excitation intellectuelle et une plus grande loquacité que normalement (SCHNEIDER). D'autres, au contraire, présentent un ensemble de symptômes pathologiques connu sous le nom de mal des montagnes ou mal des altitudes, qui, s'ils n'interrompent pas leur ascension pour prendre du repos, peuvent s'aggraver pour aboutir au coma et à la mort.

Le mal des altitudes apparaît plus ou moins tôt, suivant que l'on a affaire à une ascension passive (ballon) ou à une ascension active (à pied ou à cheval), suivant l'état physique de l'individu, suivant la latitude de la montagne. Une ascension active, du fait du travail musculaire, exige, en effet, l'apport d'une plus grande quantité d'oxygène. Il n'est pas besoin d'insister sur le facteur individuel qui intervient dans toute réaction de l'organisme. En ce qui concerne la latitude, on constate que, dans les Alpes, le mal des montagnes apparaît en moyenne vers 3500-4000^m, dans les Andes au-dessus de 4000^m et vers 5000^m dans l'Himalaya; en général, au niveau des neiges éternelles, ce qui donne à penser que le froid est un facteur important de sa production. En ballon il se montre vers vers 8000 à 9000^m seulement.

LÉON BINET distingue deux formes de mal des montagnes :

la forme toxique,
la forme asphyxique.

Dans la première on note : de l'abattement, de la torpeur, puis de la cryesthésie et des sueurs froides, suivies, si l'ascension se poursuit, de nausées, de vomissements, d'anorexie, en même temps qu'il existe de l'oligurie et même de l'anurie, enfin le coma et la mort.

Dans la deuxième, l'individu présente de l'anhélation, de la cyanose, de la tachycardie et de l'érethisme psychique.

La plupart du temps ces deux formes ne sont pas dissociées, mais intriquées, et l'ascensionniste présente, à la fois, des symptômes de chacune d'elles.

MÉCANISME DU MAL DES MONTAGNES

1° SYNDROME TOXIQUE.

GUILLERMARD et MOOG, à la suite d'observations prises au sommet du Mont-Blanc, ont montré qu'il y avait augmentation de l'azotémie. Pour eux c'est elle qui est à la base des malaises éprouvés. Elle est due à un trouble passager et profond de la fonction rénale; on note, en effet, une diminution de la diurèse et de l'élimination de l'urée. Ils fournissent l'explication suivante : il y a formation, en quantité anormale, de corps toxiques provenant de la dégradation incomplète des albuminoïdes, du fait de l'anoxémie. Ces corps toxiques irritent le rein, ce qui entraîne une rétention d'eau, de sels et de corps azotés.

En définitive, les symptômes de cette auto-intoxication, relevant de l'anoxémie, constitueraient le syndrome toxique du mal des montagnes. L'organisme réagit de deux façons :

par augmentation de la quantité d'oxygène absorbée,

par des décharges urinaires.

Ces auteurs trouvent que le travail musculaire développé au cours des ascensions influe fort peu sur la nutrition. Il ne suffit nullement à expliquer les phénomènes observés au Mont-Blanc, qui sont uniquement imputables aux conditions spéciales du climat des hautes altitudes.

PIÉRY et PAILLIER, d'autre part, opérant sur des aviateurs s'élevant rapidement à des altitudes de 4000^m à 6000^m, ont trouvé un ralentissement de la production de l'urée, mais peu de trouble de la fonction rénale.

BARCROFT soutient que le mal des montagnes est produit par le manque d'oxygène au niveau du cerveau lui-même. Il fait remarquer que les symptômes ressemblent à ceux d'une hémorragie, mais que le centre du vomissement est excité par la baisse de la teneur du sang en ions H. A titre préventif, il conseille la production d'acides par l'exercice physique.

HENDERSON et HAGGARD pensent que le pneumogastrique est en cause.

2° SYNDROME ASPHYXIQUE.

Trois théories tentent d'en donner une explication :

a) *la théorie de l'anoxémie* de JOURDANET et Paul BERT. Ce dernier a montré la diminution de l'oxygène du sang d'animaux de laboratoire soumis à la dépression. Il y a diminution des oxydations avec tous les troubles de l'équilibre acide-base du sang, qui en sont la conséquence.

b) *la théorie de l'acapnie* de Mosso : l'insuffisance de gaz carbonique, véritable hormone respiratoire, entraîne une insuffisance de l'excitation du centre respiratoire. Nous avons vu, plus haut, qu'il y avait au contraire hyperpnée.

c) *la théorie mécanique* de KRONECKER et PAUL HEGER : la dépression barométrique entraîne une hyperémie pulmonaire; de là, surcharge de travail pour le cœur droit. La dyspnée des altitudes serait une dyspnée cardiaque. Les auteurs ont montré l'hypertrophie du ventricule droit d'animaux vivant en montagne.

BAYEUX a noté, sur des coupes histologiques de poumon, l'hypertrophie des parois des alvéoles (jusqu'à l'obstruction complète de la cavité alvéolaire) et l'écrasement des capillaires.

De l'avis de SCHNEIDER, une explication complète du mécanisme du mal des montagnes n'a pas encore été donnée. Sans doute il est dû principalement à l'*anoxémie* et on doit négliger les autres théories :

l'acapnie et l'ancienne théorie mécanique que nous n'avons pas exposée.

Pour lui, deux facteurs seuls interviennent : la pression de l'oxygène alvéolaire et de l'oxygène du sang, l'alcalose du sang.

HALDANE, KELLAS et KENNAWAY incriminent l'anoxémie et l'alcalose du sang, sans savoir, au juste, quelle part revient à chaque phénomène.

La vie à haute altitude

L'homme adapte son organisme à la vie dans l'air raréfié par les mécanismes suivants :

augmentation de la capacité pulmonaire,
augmentation du débit respiratoire,
accroissement de la fixation de l'oxygène par le sang.

La forte capacité thoracique de races vivant à haute altitude a été notée par de nombreux observateurs.

IZQUIERDO a trouvé, chez les habitants de Mexico (2240^m) une augmentation du débit respiratoire maximum réel; mais si on ramène ce débit à la température de 0° et à la pression de 760 ^m/_m de Hg (débit respiratoire maximum réduit) on obtient, à peu de chose près, les mêmes moyennes que chez les habitants des plaines.

Nous ne reviendrons pas sur les modifications hémato-respiratoires, exposées précédemment.

Par ces procédés, la quantité d'oxygène fournie aux tissus, pour les combustions organiques, tend à être la même qu'au niveau de la mer; ainsi que le faisait prévoir la loi de VOIT et PFLÜGER : « *ce n'est pas la quantité d'oxygène offerte aux tissus qui en règle la consommation, mais les besoins des cellules elles-mêmes* ». De nombreuses observations, il résulte que

le métabolisme est indépendant des variations de la pression barométrique.

EN RÉSUMÉ, tous les phénomènes de l'adaptation tendent à fournir à nos tissus la quantité d'oxygène dont ils ont besoin. Ils comprennent essentiellement :

- l'augmentation de la pression alvéolaire de l'oxygène par rapport à ce qu'elle serait si la ventilation n'était pas activée;

- l'augmentation du nombre des hématies, du taux et de la quantité d'hémoglobine du sang;

- les modifications de l'équilibre acide-base du sang pour maintenir constante les propriétés respiratoires de ce tissu;

- la circulation plus active au niveau des capillaires.

De tous ces facteurs, quel est le plus important?

OCARANZA admet que l'hyperglobulie augmente dans des proportions suffisantes les propriétés respiratoires du sang pour compenser la diminution de pression de l'oxygène.

IzQUIERDO pense que l'hyperglobulie est l'élément constant du mécanisme de l'acclimatation, mais que l'augmentation du débit respiratoire réel, qui a lieu transitoirement dans les cas de besoin plus grand d'oxygène (travail musculaire), vient constituer un deuxième facteur éventuel ou intermittent de l'adaptation

Effets du froid sur l'organisme

Il nous a paru utile, au début de ce chapitre, de rappeler succinctement quelques notions physiologiques de thermométrie animale, de thermogénèse et de thermorégulation.

L'homme est un homœotherme, c'est-à-dire un animal dont la température centrale est constante, ou plutôt, varie entre certaines limites. Dans le cours de la journée elle oscille entre un minimum de 36°7 environ vers 5 heures et 37°5 environ vers 18 heures. Il est à remarquer que si elle est relativement fixe, il n'en va pas de même de la température périphérique, qui non seulement est plus basse que la précédente, mais présente des différences d'un point à un autre du tégument et subit d'assez fortes variations en rapport avec les changements de la température extérieure, ce qui a fait dire que si les animaux à sang chaud sont des homœothermes par leur masse centrale, ils sont des poïkilothermes par leur périphérie. A titre d'indication, nous donnons ci-dessous les chiffres trouvés par STEWART chez un homme placé dans un atmosphère à 17°6 :

Surface antérieure de l'avant-bras	34°4
Surface postérieure de l'avant-bras	34°
Pointe du sternum	34°7
Joue	23°7
Paume de la main	31°
Plante du pied	30°6

De nombreux auteurs ont trouvé que la température de l'homme est plus élevée pour l'habitant des pays chauds que pour celui des contrées plus froides. Les médecins italiens admettent comme température moyenne $37^{\circ}3$ alors que les norvégiens prennent $36^{\circ}4$. Nous ferons remarquer qu'il s'agit ici de températures axillaires, ce qui ôte quelque valeur à l'argument.

Dans la masse centrale, la température n'est pas uniformément répartie. Elle peut être considérée comme distribuée par le sang. Celle du sang artériel s'abaisse du centre à la périphérie; pour le sang veineux, deux cas se présentent, celui qui provient des viscères est plus chaud, celui qui provient de la périphérie est refroidi. En particulier, le sang des veines sus-hépatiques, issu du foie, où les combustions organiques sont intenses, présente la température la plus élevée observée dans l'organisme.

La constance de la température centrale est le critérium de l'équilibre, de tous les instants, entre la production et la dépense caloriques de l'organisme.

Les déperditions caloriques ont été évaluées par A. GAUTIER aux quantités suivantes pour un homme moyen :

Rayonnement cutané	1700 c.
Evaporation cutanée	370 c.
Evaporation pulmonaire	190 c.
Echauffement de l'air inspiré	80 c.
Echauffement des aliments	45 c.
<i>Travail moyen</i>	215 c.
	2.600 c.

L'organisme produit de la chaleur par ses combustions organiques. Tous les tissus concourent certainement à cette production mais à des degrés différents, en fonction de leurs masses relatives et de leur pouvoir respiratoire, témoin de leur activité calorifique. LAULANIÉ, d'après les données de Ch. RICHEL, a dressé, de la contribution relative des divers tissus à la calorification, le tableau suivant :

	Proportion dans l'organisme	Pouvoir respiratoire	Contribution p. 100
Muscles	47,8	1	77 %
Cerveau	2,3	0,75	3 »
Viscères	19,3	0,35	6,5»
Sang	5,9	0,30	3 »
Graisse	12,7	0,25	5,5»
Squelette	19,4	0,16	5 »

Le tissu musculaire, au repos, à lui seul fournit les trois quarts de la chaleur nécessaire à équilibrer nos pertes caloriques. Quand il entre en travail, et qu'alors ses dépenses chimiques passent du simple au quadruple, il arrive à en produire jusqu'à 93 %.

Cette énergie, il la puise dans la dégradation du glycogène. A la suite des travaux de nombreux auteurs, parmi lesquels citons CHAUCHEAU, PETTENKOFFER, VOIT, LAULANIÉ, il résulte que, pour un travail musculaire moyen, la dépense d'albumine n'est pas augmentée, que le glucose est l'aliment immédiat et exclusif des combustions intra-musculaires, que les réserves adipeuses fournissent la matière du renouvellement du potentiel du glucose pendant le travail. Le glycogène utilisé est d'abord celui mis en réserve

par le muscle, puis celui que libère le foie, pendant le travail musculaire, comme l'a vu CHAUVÉAU,

La régulation thermique est la fonction qui assure l'égalité entre la production et la dépense caloriques et, par là, la constance de la température centrale. Elle met en œuvre des centres nerveux thermogéniques, des nerfs moteurs, des nerfs sécrétoires et des nerfs vaso-moteurs.

Effets du froid

L'homme, en bonne condition physiologique, supporte aisément de très basses températures. NANSEN a pu rester en bras de chemise à -45° en l'absence de tout vent. En Sibérie des froids de -60° ne sont pas exceptionnels. On a rappelé à la vie des sujets restés plusieurs heures dans la neige. PICTET a pu supporter, dans son puits, -110° .

La déperdition calorique est proportionnelle directement à la surface et inversement au volume du corps.

Le vieillard et l'enfant résistent moins bien; le premier parcequ'il a des phénomènes de nutrition affaiblis, le second à cause de sa grande surface par rapport à son poids et de l'insuffisant développement de son système nerveux régulateur.

Les intoxications (alcoolique, par exemple) prédisposent aux accidents par suite du déséquilibre du système régulateur.

La qualité du tégument a une influence primor-

diale en ce qui concerne la résistance au froid. Les animaux à fourrure supportent l'abaissement de la température atmosphérique bien plus facilement que ceux qui ont les poils ras. Les vêtements de l'homme jouent un rôle identique.

FRÉDÉRICQ, opérant sur lui-même, placé à une température de 14° à 15° , a obtenu les résultats suivants :

Oxygène consommé en 15 minutes :

Habillé 4 l. 98

Nu 5 l. 91

D'ARSONVAL expérimentant de même sur sa personne a noté ce qui suit :

Chaleur produite en 1 heure :

A jeun debout et nu..... 125 c. 4

A jeun debout et habillé 79 c. 2

L'absence de vent, par l'absence de renouvellement de la couche d'air isolante, la moindre humidité, qui rend l'air moins conducteur, sont des facteurs de moindre déperdition calorique.

Le rayonnement d'un animal est-il proportionnel à l'abaissement de la température extérieure ? suit-il la loi de Newton d'après laquelle la perte de chaleur éprouvée par un corps est d'autant plus grande que l'écart est plus grand entre sa propre température et celle du milieu ambiant ? RICHET, opérant sur des lapins, a trouvé que le rayonnement augmentait quand la température extérieure s'abaissait de 28° à 14° (et par conséquent suivait jusque-là la loi ci-dessus) mais qu'au-dessous de cette dernière le phénomène contraire se produisait : il y avait pour 14° un optimum de rayonnement. Par contre, LEFÈVRE, opérant

sur un sujet placé dans l'eau, au cours de recherches plus récentes, n'a pas trouvé cet optimum; le rayonnement irait en augmentant au fur et à mesure que la température du milieu ambiant baisse. Nous croyons, qu'en réalité, la chaleur rayonnée par l'animal suit la loi de Newton avec cette notion que, dans l'air, ce n'est pas la différence entre la température centrale fixe et celle du milieu ambiant qui entre en jeu mais la différence entre la température périphérique variable (nous en verrons plus loin la raison) et celle de l'extérieur. Il y aura donc obéissance à la loi jusqu'à ce que la défense de l'organisme entre en jeu, à partir de ce moment (optimum de rayonnement) le rayonnement diminuera. Dans l'eau, il n'en va pas de même; la conductibilité du liquide, son énorme chaleur spécifique font que le corps y suit intégralement la loi de Newton : pas d'optimum.

Suivant que le froid agit sur tout l'organisme ou seulement sur une partie, nous distinguerons des effets généraux et des effets locaux.

EFFETS GÉNÉRAUX

La lutte contre le froid n'est qu'un cas particulier de la régulation de la température du corps. L'organisme réagit par deux processus :

La restriction des dépenses,

L'augmentation des combustions.

a) *Restriction des dépenses.*

Nous avons vu, d'après A. GAUTIER, que, sur une dépense de 2.600 c. chez un homme moyen, 2.070 étaient utilisées au niveau de la peau, soit, par rayon-

nement (1.700), soit par évaporation (370). Le principal effort portera sur cette déperdition cutanée.

La vaso-constriction des vaisseaux périphériques éloigne la masse sanguine de la superficie et la soustrait à l'influence réfrigérante du milieu extérieur. L'abaissement de la température de la peau, qui en résulte, diminue d'autant le rayonnement. C'est là un moyen de résistance extrêmement puissant. Cette vaso-constriction est sous la dépendance d'un réflexe, dont le point de départ est l'excitation de la peau par le froid, qui, transmise aux centres céphalo-médullaires par les nerfs sensitifs, y fait retour par les nerfs vaso-moteurs. Une excitation localisée peut entraîner une vaso-constriction généralisée. BROWN-SÉQUARD et THOLOZAN ont montré que le fait de plonger une main dans l'eau froide abaisse la température de la surface de l'autre main. François FRANCK, par la méthode volumétrique, dans la même expérience, note la diminution du volume de l'autre main.

La sécrétion sudoripare est diminuée et même abolie, phénomène sous la dépendance de la vaso-constriction ou bien en rapport avec l'inhibition par le froid des nerfs sécréteurs.

Pour des froids modérés, ces réactions de l'organisme sont suffisantes, mais si la température s'abaisse encore intervient alors le second processus de défense.

b) *Augmentation des combustions.*

Chez les homœothermes, les échanges respiratoires augmentent avec l'abaissement de la température ambiante ainsi que l'ont montré de nombreuses expériences. Les combustions sont donc accrues et sur-

tout dans les muscles (nous avons vu précédemment qu'ils contribuent pour les trois quarts à la calorification, à l'état de repos) qui réagissent par l'augmentation de leur tonus et par le mécanisme du frisson thermique. C'est la « *régulation physique*. »

Le tonus est cet état de contraction du muscle qui, bien qu'à l'immobilité du repos, reçoit du système nerveux central des excitations le maintenant en tension active. Il y a là une source de chaleur capable de graduer son débit suivant les besoins de l'organisme.

Le frisson thermique se manifeste ou peut se manifester dès les premières impressions de froid sur la peau. C'est une contraction de la plupart des muscles squelettiques. Il est d'observation courante chez l'homme; on a pu remarquer aussi le tremblement presque continu des petits chiens à poil ras. A son apparition, les combustions seraient augmentées de 100 % (Lœvy). Il est d'origine périphérique; les excitations cutanées du froid, transmises par la voie sensitive aux centres (qui eux ne sont pas directement excités par le froid), reviennent aux muscles par la voie motrice.

Ch. RICHET distingue un autre frisson thermique, d'origine centrale celui-là, qu'on observe chez les animaux, refroidis par un bain d'eau froide ou par le sommeil chloralique, dès que leur température centrale s'abaisse à 32° ou à 30°. Il est dû à l'excitation directe par le sang refroidi de centres nerveux spéciaux.

MAGNE pense que le frisson thermique, qu'il soit réflexe ou central, est toujours constitué par un tétanos imparfait de tous les muscles squelettiques. Il y a des relations entre la fonction respiratoire et la régulation

thermique. Les excitations cutanées sont incapables à elles seules de mettre en train le mécanisme réflexe, s'il ne s'y joint pas des excitations inconscientes venues, de la surface pulmonaire au bulbe, par l'intermédiaire du pneumogastrique, qu'il faut considérer comme *un nerf sensitif important de la régulation homœotherme*. Quand entre en action le mécanisme régulateur central, au contraire, les excitations sensitives, quel qu'en soit l'origine, ne jouent plus aucun rôle. A ce moment, l'urgence de la lutte contre le froid est si impérieuse que la respiration s'efface devant elle. L'animal est en apnée. Les muscles inspireurs participent à la production du frisson. « *Ils entretiennent ainsi la ventilation, mais leur spécialisation respiratoire a disparu* ».

RÜBNER et son école pensent qu'avant l'apparition de l'augmentation du tonus et du frisson thermique, il y a accroissement des combustions organiques dans tous les tissus, surtout dans certaines glandes, comme le foie, ce qui suffit à maintenir l'équilibre thermique jusqu'à un certain abaissement de la température ambiante. C'est la théorie de la « *régulation chimique* ».

Les expériences de MAGNE aboutissent, au contraire, à cette conclusion que seul le muscle intervient dans la thermo-régulation, soit par l'augmentation de son tonus, soit par le frisson, soit par des mouvements volontaires. MORGULIS conclut dans le même sens, à la suite de ses travaux : il n'y a pas de mécanisme spécial de régulation du métabolisme, les modifications qu'il subit, du fait de la baisse de la température extérieure, proviennent ou du frisson ou de l'agitation de l'ani-

mal et en l'absence de constatation de ces deux phénomènes de l'augmentation du tonus, en relation avec l'excitation cutanée.

Il existe, en plus de cette lutte inconsciente et lui succédant, une lutte consciente qui intervient si la température extérieure baisse de façon inquiétante. Nous demandons alors à nos muscles, par des mouvements volontaires, le surcroît d'activité thermogène nécessaire à la lutte contre le refroidissement.

Grâce à ce mécanisme régulateur dont les diverses phases se succèdent dans l'ordre suivant au fur et à mesure que le froid croît :

Vaso-constriction périphérique,

Augmentation des combustions organiques (Rübner),

Augmentation du tonus,

Frisson thermique,

Mouvements volontaires,

la température centrale reste à peu près constante malgré de fortes variations dans celle du milieu ambiant. LEFÈVRE, expérimentant, sur un sujet entraîné à l'hydrothérapie froide, ne décèle que de très faibles variations de la température central au cours d'immersion pendant une heure dans un bain à 7° et pendant 3 heures dans un bain à 15°.

La résistance au froid ou puissance thermogène est la limite des froids extérieurs que l'homme peut supporter sans se refroidir. Elle dépend de l'habitude, de l'âge, de la taille, de l'état des téguments, de l'alimentation.

Quand l'organisme ne peut plus lutter, la tempéra-

ture centrale baisse. « *La température, dit LEFÈVRE, descend par échelons successifs, séparés par de longues périodes homœothermes. Ce refroidissement méthodique n'est pas une pénétration progressive du froid gagnant peu à peu les régions profondes, mais une succession de chutes du niveau topographique général.* » La mort survient quand elles descend au-dessous de 20°. Pendant cette hypothermie on distingue deux phases : une phase d'excitation, pendant laquelle les combustions s'exagèrent, elles témoignent de la lutte soutenue; une phase de dépression caractérisée par l'abaissement progressif des échanges respiratoires.

La température critique est la limite au-dessous de laquelle les homœothermes perdent l'exercice de la fonction régulatrice. Les auteurs la placent à des niveaux différents :

MAYER à 25°,

QUINQUAUD de 28° à 32°,

WILHEM et WELTER à 33°.

La mort par le froid est due, sinon à la mort des centres nerveux, tout au moins à leur incapacité fonctionnelle. Chez les animaux succombant au froid, il a été noté les phénomènes suivants :

La rareté et la lenteur des mouvements,

L'affaiblissement et même la disparition de la
sensibilité (le réflexe cornéen est aboli),

L'affaiblissement et la lenteur des battements du
cœur,

La rareté et le peu d'ampleur des mouvements res-
piratoires.

Les médecins militaires, lors de la retraite de Russie, avaient remarqués les symptômes suivants chez les soldats souffrant du froid :

La diminution de la sensibilité,
L'accablement des forces,
Le besoin invincible de sommeil.

Le froid semble agir comme un narcotique, un anesthésique.

La dépression par le froid n'entraîne aucune lésion organique irrémédiable. Tant que le cœur bat un refroidi peut être sauvé. Il ne faut pas le réchauffer brusquement, ce qui risquerait d'amener des accidents locaux et généraux par vaso-dilatation paralytique.

EFFETS LOCAUX

L'action locale intense du froid se traduit au niveau des parties du corps qui y sont particulièrement exposées (nez, joues, oreilles, mains, pieds) par des accidents connus sous les noms de gelures ou de froidures et qui reconnaissent pour cause la vaso-dilatation paralytique, succédant à la vaso-constriction, qui témoigne de l'effondrement localisé de la résistance de l'organisme. Sang et lymphé coagulent à -15° .

Le surmenage, les privations, l'alcoolisme, en un mot la mauvaise condition physiologique favorisent leur apparition.

Le froid sec est moins à craindre que le froid humide.

Trois degrés s'observent dans les gelures, suivant la profondeur de l'atteinte.

Le premier consiste en un simple érythème, avec

légère tuméfaction des téguments, accompagné de douleurs vives.

Au second des phlyctènes apparaissent un certain temps après l'atteinte du froid; des ulcérations avec de vives démangeaisons succèdent à leur ouverture.

Le troisième est caractérisé par la nécrose du derme seul ou du derme et du tissu cellulaire sous-cutané. Elle suit l'action prolongée du froid intense. Les téguments sont livides, avec ou sans phlyctènes; les douleurs n'apparaissent qu'à l'élimination de l'escarre; la réparation de l'ulcération qui en résulte est lente et des accidents secondaires graves (suppurations suivies de pyohémie ou de septicémie) sont toujours à redouter.

Le traitement exige le réchauffement lent du membre gelé, par frictions de neige par exemple, puis l'embaumement dans un pansement aseptique.

Habillement et alimentation aux températures extérieures basses

HABILLEMENT

Une question importante liée à l'action du froid est celle de l'habillement du skieur.

Le vêtement est une aide apportée à l'organisme dans ses fonctions de régularisation thermique. Il doit remplir certaines conditions essentielles : il ne doit gêner ni les fonctions diverses (respiration, circulation, digestion), ni les mouvements, ni la transpiration. Ceci est aussi vrai pour le skieur que pour un individu quelconque. Dans le cas qui nous occupe, il doit, avant

tout, être perméable à la transpiration et dans le cas d'arrêt inopiné, causé par un incident de course, former un écran suffisamment efficace, pour interdire le refroidissement occasionné par une évaporation trop rapide des tissus imbibés de sueur.

Par degré croissant de perméabilité à l'air, on range les divers tissus de la façon suivante :

toiles de lin, de coton,
tricot de lin, de soie, de coton, de laine,
flanellenes de coton, de laine.

Une étoffe mouillée perd la plus grande partie de ses qualités d'écran thermique, qui sont en raison directe de la quantité d'air, mauvais conducteur, compris dans son épaisseur. A ce point de vue, c'est la laine, surtout la flanelle, qui demande le plus de temps pour se mouiller, c'est elle qui absorbe le plus d'eau et qui met plus de temps à sécher, mais elle garde toujours dans ses mailles une certaine quantité d'air.

C'est donc le vêtement de laine qui offre le plus d'avantages. Alors que la toile mouillée devient imperméable et entrave l'évaporation, la laine par l'air qu'elle conserve toujours, reste suffisamment perméable; de plus, grâce à la lenteur de disparition de son eau, elle empêche le refroidissement dû à l'évaporation rapide, ce qui arrive avec la toile mouillée collée au corps, refroidissement d'autant plus dangereux que la température extérieure est plus basse et la ventilation plus active.

La couleur du vêtement présente un certain intérêt. STARK a noté que pour faire monter la température de thermomètres, dont les boules sont enveloppées

de substances diversement colorées, au soleil, d'un même nombre de degrés donné, il faut :

avec la laine noire, 4 minutes 15 secondes;

avec la laine vert foncé, 5 minutes;

avec la laine écarlate, 5 minutes 30 secondes;

avec la laine blanche, 8 minutes.

La couleur à choisir pour le vêtement du skieur ne doit pas être trop foncée, car on arriverait à dépasser le but cherché : la défense contre le froid; car, par l'accroissement de la quantité de chaleur solaire absorbée on augmenterait encore la température du corps déjà élevée par l'exercice musculaire.

ALIMENTATION

Nous ne dirons que quelques mots de l'alimentation du skieur.

La ration alimentaire d'un adulte moyen a été évaluée par divers auteurs. Leurs chiffres oscillent autour de 3.000 c. pour l'Européen. Mais le travail, surtout s'il est effectué par le froid, entraîne des exigences caloriques beaucoup plus importantes. A titre de simple indication, nous donnons, ci-dessous, les chiffres de A. GAUTIER, qui divisait les individus en trois groupes :

1° sujets au repos physique	2.626 c.
2° sujets fournissant un travail modéré....	4.183 c.
(travailleurs manuels des pays tempérés en général)	
3° sujets fournissant un travail intense....	5.351 c.
(travailleurs manuel des pays froids en général)	

dont les calories étaient réparties qualitativement de la façon suivante :

	Albuminoïdes	Graisses	Hydrates de carbone
1 ^{er} groupe	17 %	30 %	52 %
2 ^e groupe	16 %	15 %	68 %
3 ^e groupe	14 %	22 %	62 %

Le skieur en excursion, en marche d'hiver, en reconnaissance, en course, gravissant des pentes, a une dépense énergétique considérable à ajouter à celle qu'exige la lutte de tous les instants contre le froid. Aussi sa ration alimentaire doit être, à ce moment, très importante, assimilable à celle des travailleurs du 3^e groupe de A. GAUTIER. Elle doit être riche en graisses au pouvoir calorique énorme (1 gramme de graisse brûlée dans l'organisme fournit 8 c. 6 environ) et surtout en hydrates de carbone (au pouvoir calorique moindre, 1 gramme d'hydrate de carbone dégage 3 c. 6 environ dans l'organisme), aliments spécifiques des muscles, sources d'énergie mécanique et de chaleur.

En ce qui concerne le travail musculaire, la température extérieure basse a une action défavorable. Boigey a montré, en effet, que « le système musculaire de l'homme trouve ses meilleures conditions d'activité lorsque la température extérieure est aux environs de 20° ». Les skieurs, participant à une course, auront intérêt à conserver, sur eux, jusqu'à l'instant du départ, des vêtements de laine, qu'ils abandonneront alors, et qui permettront à leurs muscles de se trouver, de suite, dans les conditions optimum de fonctionnement.

Effets des radiations solaires sur l'organisme

Le Soleil, source de toute énergie terrestre, était, chez de nombreux peuples, l'objet d'un culte. Ses propriétés curatrices étaient déjà utilisées par certains peuples (les Germains exposaient sur les toits leurs enfants atteints de fièvre), par les médecins de diverses époques : par Hippocrate, par Celse, par Avicenne. Chez les Incas la syphilis était traitée par l'insolation. Puis ce procédé thérapeutique tombe dans l'oubli le plus complet et ne revient en honneur qu'à la fin du XIX^e siècle, à la suite des travaux de CHARCOT, de FINSSEN, de ROLLIER.

L'énergie, que le soleil nous dispense, nous parvient par l'intermédiaire de radiations simples ou monochromatiques, dont l'ensemble constitue le spectre solaire. Nous n'avons nullement l'intention d'en faire ici une étude physique, nous nous contenterons d'énumérer quelques points essentiels.

Ces radiations sont déterminées par leur longueur d'onde, qui s'étend de 50.000 angström (un angström = un dix-millième de micron — $\text{A} = \frac{1 \mu}{10000}$) à 2900 A.

On les a classées, suivant leurs propriétés, en :

infra-rouges : de 50.000 A à 8.000 A, calorifiques,

lumineuses : de 8.000 A à 4.000 A, les seules qui impressionnent notre rétine.

ultra-violettes : de 4.000 A à 2.900 A, chimiques.

En réalité, les différences ne sont pas aussi mar-

quées et aussi nettes que le laisserait supposer ce tableau et chaque radiation possède à la fois des propriétés calorifiques et chimiques, mais à des degrés très différents.

Emises par le soleil, elles traversent, avant d'arriver à la surface du globe, l'atmosphère solaire, les espaces interplanétaires et l'atmosphère terrestre, où certaines d'entre elles sont absorbées par les gaz, qu'elles rencontrent, ainsi qu'en témoigne la présence de raies d'absorption dans le spectre solaire. Elles sont diffusées par l'atmosphère terrestre, d'autant plus que leur longueur d'onde est plus courte (Lord RAYLEIGH). C'est ainsi que l'affaiblissement du rayonnement solaire vers le bleu, le violet et l'ultra-violet, à son début, peut être attribué à cette cause.

Avec des sources artificielles, on a produit des radiations ultra-violettes jusqu'à une longueur d'onde de 100 Å. Ces rayons de longueur d'onde très courte sont abiotiques. Le soleil, comparable à un corps noir, au sens physique du mot, à la température de 6.000°, émet sans doute des rayons abiotiques. S'ils ne nous parviennent pas c'est que toutes les radiations de longueur d'onde plus petite que 2.900 Å sont entièrement absorbées dans l'atmosphère :

— par le gaz ammoniac et l'oxygène au-dessous de 2.020 Å (DUCLAUX et JEANTET),

— par l'oxygène, sans doute, entre 2.020 Å et 2.100 Å car des observations prises à l'observatoire Vallot au Mont-Blanc n'ont permis de déceler aucune radiation entre 1.800 et 2.100 Å (CHALONGE, DÉJARDIN et LAMBERT);

— entre 2.100 Å et 2.900 Å, par l'ozone contenu dans l'atmosphère. Il est intéressant de penser que ce gaz, dont l'épaisseur aux conditions ordinaires de température et de pression ne dépasse pas 3 m/m (FABRY et BUISSON), et situé pour la plus grande partie à très haute altitude (45 km. CHALONGE, DÉJARDIN et LAMBERT; 45 à 50 km. CABANNE et DUFAY), constitue un écran suffisant pour arrêter ces radiations destructives de la vie telle qu'elle existe sur la terre. Cet ozone est fabriqué, d'ailleurs, par les rayons ultra-violets de longueur d'onde inférieure à 2.000 Å ; il est décomposé par les ultra-violets de longueurs d'onde comprises entre 2.200 et 3.000 Å. Il s'établit ainsi un état d'équilibre.

L'intensité actinique varie avec certains facteurs :

a) elle croît avec la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon (son maximum d'effet a lieu entre 10 h. et 14 h. et pour les mois de mai, juin, juillet, août entre 9 h. et 15 h.);

b) les poussières, les fumées arrêtent les radiations, en grande partie ;

c) les surfaces réfléchissantes : sable, eau, neige concentrent leur activité. C'est ainsi qu'en montagne, en hiver, la pureté de l'air (absence de poussières), l'hygropiscité réduite, la réverbération de la neige sont les facteurs de l'activité particulièrement grande des rayons solaires.

d) l'intensité des radiations ultra-violettes solaires croît avec l'altitude du fait de la moins grande quantité de molécules d'air rencontrées, ce qui diminue la diffusion ; *mais cet accroissement ne se fait pas en*

qualité, nous entendons par là qu'on ne trouve pas des radiations de plus courte longueur d'onde que 2.900 Å, mais en quantité, c'est-à-dire qu'il y a intensité plus grande des rayons de longueur d'onde comprise entre 2.900 Å et 4.000 Å.

Ce sont ces radiations solaires, douées de propriétés différentes, qui agissent sur notre organisme.

Leur pénétration est fonction de leur longueur d'onde. A la suite d'expériences, GIMMI et FREUND émettent la loi suivante :

« Le pouvoir de pénétration des rayons de différentes longueurs d'onde est inversement proportionnel à leur activité chimique, c'est-à-dire que les rayons bleus, violets et ultra-violets ont un faible pouvoir pénétrant, tandis que les rayons de longueur d'onde plus grande : verts, rouges et infrarouges, traversent au contraire la peau avec la plus grande facilité. »

Les rayons ultra-violets solaires efficaces sont compris entre 3.022 Å et 2.900 Å, ils sont arrêtés par le verre, ils ne pénètrent pas la peau au delà de quelques dixièmes de millimètre. JANSEN a montré qu'elle arrête les radiations de longueur d'onde inférieure à 3.220 Å.

Les rayons infra-rouges semblent se disperser et se diffuser dans les tissus.

Parmi les rayons lumineux, les bleus, les indigos, les violets sont absorbés par le derme, par le sang des capillaires superficiels; les jaunes, les oranges, les rouges s'éteignent progressivement dans la peau, le tissu cellulaire sous-cutané et les organes sous-jacents. Ces derniers rayons seraient les plus actifs des lumineux (MIRAMOND DE LAROQUETTE.).

Des diverses actions des radiations solaires : thermiques, photo-chimiques, biologiques, etc., seules, ces dernières nous intéressent dans ce court aperçu.

Actions biologiques des radiations solaires

Elles produisent :

des effets locaux,

des effets généraux.

EFFETS LOCAUX

Ce sont : l'érythème (plus ou moins accentué suivant l'accoutumance du sujet, l'activité des radiations, la durée de l'exposition; le trouble pouvant aller jusqu'à la brûlure).

La pigmentation qui succède à l'érythème.

Léger, l'érythème consiste en une coloration rose de la peau, sans infiltration, avec une légère élévation de la température locale. Il disparaît en 2 ou 3 jours et fait place à une pigmentation brunâtre, qui persiste des semaines et même des mois.

Prononcé, il consiste en une coloration violacée de la peau, qui est infiltrée; la température locale est plus élevée. Par la suite, il y a, en général, desquamation, puis pigmentation plus accusée que dans le cas précédent.

A un degré de plus, on peut observer une brûlure superficielle, guérissant sans cicatrice.

Cet érythème est dû à la dilatation des vaisseaux périphériques, avec ou sans exsudation séro-fibrineuse.

La pigmentation s'établit progressivement si la durée d'exposition a été suffisamment graduée. Elle est variable suivant les individus, les bruns se pigmentent plus rapidement et plus fortement que les blonds. Le pigment se dépose dans les cellules de la couche basale et de la couche spino-cellulaire. Il provient probablement de la désintégration de la tyrosine. Son rôle est l'objet de diverses interprétations :

Rôle de protection en empêchant la pénétration de radiations nocives à l'organisme ;

Rôle d'assimilation ; la couche basale serait un véritable organe d'assimilation, intermédiaire entre les rayons solaires et le milieu intérieur, organe sécréteur, assimilable à une glande à sécrétion interne ;

Rôle de transformateur des rayons à faible longueur d'onde, donc peu pénétrants, qu'il reçoit, en rayons à plus grande longueur d'onde, plus pénétrants.

Pour d'autres auteurs, enfin, il est le simple témoin des réactions chimiques de la tyrosine.

Parmi les effets locaux, citons encore l'action importante des rayons ultra-violet sur le système oculaire. Des sujets soumis à leur action ou à la lumière solaire concentrée par les surfaces réfléchissantes environnantes (neige en particulier) présentent une conjonctivite. De là, la nécessité d'une protection par des verres opaques aux rayons ultra-violet.

EFFETS GÉNÉRAUX

Un sujet soumis à l'action des rayons solaires présente toute une série de phénomènes :

a) sudation ; réaction de l'organisme contre l'élévation de la température du corps ;

b) vaso-dilatation périphérique avec abaissement de la tension artérielle ;

c) accélération du pouls et de la respiration ;

d) élévation de la température de quelques dixièmes de degré (le retour à la normale a lieu dans l'heure qui suit la fin de l'exposition au soleil) ;

e) stimulation des fonctions assimilatrices ;

f) développement de la musculature (surtout chez les jeunes sujets insolés pendant longtemps).

Chez les individus soumis à l'action de rayons ultra-violets émis par des sources artificielles, on a constaté :

l'augmentation de la calcémie et de la phosphatémie ;

l'accroissement du nombre des hématies et de la quantité d'hémoglobine ;

l'accroissement passager du nombre des leucocytes ;

la modification de l'équilibre acide-base du sang ;

l'hypérémie des organes profonds, tels que le foie, la rate ;

l'excitation du système nerveux (le réflexe oculocardiaque a été trouvé modifié chez des enfants soumis aux rayons ultra-violets ; il y avait donc modification de l'équilibre vaguo-sympathique).

Il est probable que ces diverses réactions se produisent également chez les individus insolés.

A quelles radiations doit-on attribuer ces diverses actions ?

Longtemps on a cru, surtout parce que CHARCOT avait montré, en 1859, que la pigmentation, le phénomène le plus visible, leur était dû, que les rayons ul-

tra-violets étaient les seuls actifs ou tout au moins de loin les plus actifs.

Il est probable que toutes les radiations : infra-rouges, lumineuses, ultra-violettes, agissent.

Ont-elles des actions distinctes ?

Nombre d'auteurs répondent par l'affirmative.

Les radiations ultra-violettes produiraient l'érythème, la pigmentation, la stimulation de l'assimilation.

Les radiations lumineuses et infra-rouges, la vasodilatation périphérique, la baisse de la tension, l'accélération du pouls et de la respiration, l'élévation de la température.

Quel est le mécanisme de leur action ?

Il est probable qu'elles sont absorbées par les tissus avec transformation de l'énergie, soit sous forme d'énergie cinétique, soit sous forme de radiations d'autres longueurs et qu'elles aboutissent finalement à cette forme dégradée de l'énergie qu'est la chaleur.

Pour MIRAMOND DE LAROQUETTE, elles ont une action biotique, énergétique, excitante du protoplasme. C'est par les réactions vitales, qu'elles produisent dans les tissus, que se passent les effets physiologiques utiles de la lumière. Les diverses radiations ont des actions sensiblement de même ordre, mais à des niveaux différents du fait de leur inégale pénétration. « *Sous des intensités modérées, les rayons ont des effets d'excitation : le protoplasme reçoit une charge dynamique (effet biotique). Sous des intensités plus fortes les rayons ont, sur l'animal, des effets inflammatoires : hyperémie, hyperthermie, œdème, phago-*

cytose, qui rappellent les processus de défense. Sous une intensité exagérée, les tissus sont frappés de mort, le protoplasme est coagulé. Les trois degrés s'observent mais dans des conditions différentes, suivant la radiation. »

Quoi qu'il en soit du mécanisme de l'action biologique des radiations solaires, toujours est-il que leur utilisation en thérapeutique, devenue courante ces dernières années, a donné, dans les préventoriums et sanatoriums marins et d'altitude, des résultats remarquables. Ils relèvent l'état général du convalescent et des tuberculeux chirurgicaux, ils augmentent les forces et l'appétit, ils hâtent la cicatrisation des plaies cutanées, ils constituent un moyen efficace de traitement des tuberculoses chirurgicales et de certaines tuberculoses médicales, de traitement du rachitisme. Les rayons ultra-violets jouent un rôle « *indéniable* » (MATHIEU Pierre WEILL) dans la prévention de la tuberculose.

L'héliothérapie doit être progressive, le corps doit être exposé, par tranches successives, pendant des séances de durées croissantes, pour arriver à l'héliothérapie totale, où l'individu, nu, est soumis aux rayons bienfaisants durant toute la période de la journée, où la température le permet. A ce sujet, il est à remarquer qu'elle est pratiquée couramment par beau temps, pendant l'hiver, au milieu des montagnes couvertes de neige. C'est que la concentration des rayons solaires, la sécheresse de l'air qui le rend moins conducteur, font que l'homme s'y trouve « *le corps chaud, dans l'air frais et sec* » (REGNARD). VALLOT, de

Cannes, a établi un héliothermomètre permettant de connaître le moment où le sujet peut être exposé au soleil sans crainte de refroidissement ou de brûlure.

Les contrindications de la cure solaire sont représentées par : la cachexie, les formes aiguës ou les poussées aiguës de tuberculose pulmonaire, les cardiopathies avancées, l'athérome. Les hypertendus et les scléreux rénaux sont à surveiller.

Les signes d'intolérance sont constitués essentiellement par l'élévation de la température persistant après l'insolation, les troubles digestifs avec vomissements, la céphalée persistante, l'insomnie, la diminution du poids.

Des effets bienfaisants, dispensés si libéralement, le skieur profiterait si l'écran de ses vêtements, à peu près opaques aux radiations, ne s'y opposait. Il serait souhaitable que le sport du ski fut pratiqué aux heures favorables des belles journées d'hiver, après entraînement progressif, dans une tenue très légère, semblable à celle que portent les convalescents au sanatorium de Rollier à Leysin : un simple pagne et une coiffure. Ils profiteraient ainsi, réellement, de l'ensoleillement.

L'Ozone est-il un facteur de la cure d'altitude ?

De nombreux auteurs attribuent à l'ozone une partie des bienfaits de l'altitude. A ce sujet, remarquons que si la couche de 3 ^m/_m de ce gaz dont nous avons précédemment parlé, était uniformément répartie, il

y en aurait 60 mmgr. pour 100 kgr. d'air, or la plupart des auteurs en trouvent une moyenne de 3 mmgr. au niveau de la mer. Cette proportion augmenterait avec l'altitude. Maurice de THIERRY a trouvé, en 1897, pour 100 m³ d'air, les chiffres suivants :

à Paris	2 mmgr. 3
à Chamonix (1.050 m.)	3 mmgr. 5
aux Grands-Mulets (3.020 m.) ..	9 mmgr. 4

Nous avons vu que les physiciens sont d'accord pour situer la plus grande partie de l'ozone à une altitude de 45 km. à 50 km. LESPIEAU, d'autre part, a trouvé, par des dosages plus récents, 3 mmgr. de ce gaz pour 100 kgr. d'air *au niveau de la mer et la même proportion au sommet du Mont-Blanc*. Il faudrait donc renoncer à lui faire jouer un rôle quelconque dans l'action bienfaisante de la cure d'altitude.

CHAPITRE III

Physiologie du ski au point de vue musculaire

L'emploi du ski pour la locomotion entraîne une transformation complète des conditions d'équilibre et nécessite la mise au point de certains réflexes pour acquérir la maîtrise à ski. Le maniement par les pieds d'engins de telle longueur, les modes variés de locomotion : en plat, en montée, en descente, les changements de direction, les arrêts, les sauts réclament une éducation musculaire spéciale et longue avant d'arriver à l'automatisme.

Nous n'avons pas l'intention de faire une étude complète des divers groupes musculaires mis en jeu dans ces différents mouvements, ceci dépasse le cadre de ce travail. Nous nous bornerons à citer rapidement les groupements musculaires en action au cours de la marche normale à deux temps, de la marche de course à trois temps, au cours de la descente et de la montée.

Il est peu d'exercices locomoteurs qui suscitent l'activité de groupes musculaires aussi nombreux. On peut dire que tous les muscles de l'organisme sont sollicités par la pratique du ski en montagne, témoins les courbatures des débutants et des skieurs même éprouvés, au début de l'entraînement.

La marche normale en terrain plat s'apparente à la marche ordinaire avec cette différence que, le ski ne quittant pas le sol, la pointe du pied, qui y est fixée, ne l'abandonne pas, et que les bras ne sont pas seulement des organes d'équilibre mais également des locomoteurs. Nous prendrons le skieur à la fin d'un pas. Il est très légèrement penché en avant, les deux membres inférieurs écartés longitudinalement. Le membre inférieur arrière se porte en avant sous l'action des muscles fléchisseurs de la cuisse, des extenseurs de la jambe, des fléchisseurs du pied et des extenseurs des orteils, à la fin de son mouvement il se produit une légère flexion de la jambe sur la cuisse. Le membre antérieur qui était primitivement légèrement fléchi, se redresse par l'action des extenseurs de la jambe, en même temps qu'il y a extension de la cuisse et du pied et flexion passive des orteils; à la fin du mouvement le talon s'est détaché du ski, seul le talon antérieur y repose. Le poids du corps était, au début, sur le pied antérieur, il passe sur le postérieur dès que celui-ci a dépassé le plan transversal du corps et accentue ainsi le glissement du ski: Les membres supérieurs munis de bâtons, par des mouvements alternatifs, semblables à ceux de la marche ordinaire, ai-

dent la propulsion. Ce sont surtout les muscles fixateurs de l'omoplate, le grand dorsal, le triceps brachial qui travaillent. La statique du tronc, perpétuellement déplacée, est ainsi continuellement sollicitée, et les muscles fléchisseurs et extenseurs du tronc ont un travail continu.

En ce qui concerne la marche de course, nous laisserons de côté les mouvements des membres inférieurs, qui sont identiques à ceux de la marche ordinaire, pour nous cantonner dans la description des mouvements du tronc et des membres supérieurs. Nous prendrons le skieur à la fin d'un cycle. Il est légèrement penché en avant, les bras projetés en arrière, les skis rapprochés, légèrement décalés l'un par rapport à l'autre. Il profite, à ce moment, de l'élan imprimé par le dernier temps, moteur, du cycle précédent. La flexion en avant s'accroît après que les membres inférieurs ont exécuté un double pas. Les deux membres supérieurs se portent en avant presque dans le prolongement du corps ; pendant leur mouvement, ils restent toujours parallèles au plan sagittal du corps. Les muscles en action sont essentiellement les pectoraux, tout à fait au début, les muscles fixateurs de l'omoplate, les fibres antérieures du deltoïde. Par une traction sur les bâtons enfoncés dans la neige, le skieur se propulse en avant. L'avant-bras se fléchit d'abord, puis s'étend, ce qui nécessite la contraction d'abord des fléchisseurs, ensuite des extenseurs. Le bras de même, au début, se rapproche du tronc par la contraction des pectoraux, il s'en éloigne par la suite, en passant en arrière, par

celle du grand dorsal, du triceps brachial, des muscles fixateurs de l'omoplate. Le tronc se fléchit d'abord, puis se redresse, et met, de la sorte, en travail les fléchisseurs et extenseurs de la colonne vertébrale, les abdominaux. Les membres inférieurs rigides, fixés au bassin par la contraction des fléchisseurs de la cuisse, entraînent les skis.

En terrain plat, les fonctions d'équilibration interviennent déjà, mais à la descente elles doivent être particulièrement développées. Une grande souplesse est indispensable pour pouvoir l'exécuter correctement. Une grande attention, du sang-froid, une vivacité extrême de la contraction musculaire sont nécessaires pour rétablir l'équilibre compromis par l'émotion de la vitesse, par les obstacles mécaniques que la blancheur de la neige dissimule à la vue. Le poids du corps repose sur les deux pieds à plat sur les skis, la face interne des genoux accolée, les articulations des hanches et des genoux en flexion légère, ce qui nécessite la contraction des adducteurs et des muscles de la loge antéro-latérale de la jambe.

A la montée de pentes assez raides, la marche en arêtes de poisson fait entrer en contraction des muscles qu'aucun autre mode de locomotion ne sollicite.

Le sport du ski met en jeu tous les muscles de l'organisme. Il exige des qualités de souplesse des articulations et des réflexes rapides. Comme tous les sports de montagne, il demande de l'attention, du sang-froid, de l'énergie, surtout au cours de longues randonnées et d'ascensions. Tout cela et le fait qu'il se pratique dans des conditions climatiques exceptionnelles en font un sport, un exercice physique, à tous points de vue, complets.

CHAPITRE IV

Observations sur les skieurs

Lors du Concours International de Ski de Chamonix, en février 1927, nous eûmes l'occasion d'examiner le plus grand nombre des skieurs engagés et de prendre sur eux quelques mensurations. Ce sont ces résultats que nous publions dans les tableaux suivants. Nous les avons divisés en deux groupes. Dans le premier se trouvent quelques mensurations susceptibles de nous donner des renseignements sur la constitution des skieurs; dans le deuxième, nous exposons les modifications survenues dans le pouls, la tension, le poids à la suite des différentes courses.

I. Quelques points de la fiche physiologique des skieurs

Nous avons pris les mensurations suivantes :

T. — La taille,

P. — Le poids, à l'aide d'une bascule du genre de celle des pharmaciens,

Le périmètre thoracique xyphoïdien,

CV. — La capacité vitale mesurée avec un spiromètre de Verdin ;

à l'aide desquelles nous avons déterminé pour chacun des concurrents les rapports et indices suivants :

« l'indice de corpulence » de Bouchard ou segment anthropométrique : $P \text{ (en kgr.)} : T \text{ (en dcm.)}$;

le coefficient pulmonaire : $CV \text{ (en centilitres)} : P \text{ (en kgr.)}$;

l'indice de Pignet ou coefficient de robusticité :

$T \text{ (en cm.)} - (P \text{ (en kgr.)} + \text{périmètre thoracique moyen en cm.})$

TABLEAU I

Nom	Taille	Poids	Périmètre xyphoïdien	C V	$\frac{P}{T}$	$\frac{CV}{P}$	Pignet
Pr...	1,60	58		3500	3,60	6,03	
Va...	1,65	58,5	91—81	4900	3,54	8,37	20,5
Br...	1,70	61,5		4180	3,61	6,79	
Fi...	1,66	67,5		4400	4,05	6,52	
Me...	1,67	64	94—82	4470	3,83	6,98	15
Eh...	1,83	72	98—88	4800	3,93	6,66	18
Fr...	1,73	67,5	91—83	4100	3,90	6,07	18,5
Pe...	1,67	65,5	91—83	4000	3,92	6,10	15,5
Mu...	1,74	66	92—84	4900	3,79	7,42	20
Ch...	1,75	72,9	93—86	4220	4,16	5,78	12,6
Fl...	1,66	59,2	90—82	4040	3,56	6,82	20,8
Ri...	1,66	68,5	94—87	4550	4,12	6,64	7
Ba...	1,68	66,8	93—87	5100	3,97	7,63	11,2
Ha...	1,59	59,4	90—84	3000	3,70	5,05	13
La...	1,71	70	94—83	4150	4,09	5,92	13,5
Ba...	1,61	52,3	84—79	3400	3,24	6,49	27,2
Va...	1,64	69,2		3700	4,22	5,34	
Po...	1,74	67,1		3500	3,85	5,21	
Hi...	1,62	62,3		3500	3,84	5,61	
To...	1,69	73,2		3700	4,33	5,05	
De...	1,66	59	90—83	4400	3,55	7,45	22,5
Tr...	1,69	67,2	94—85	5500	3,97	8,18	12,3
Pa...	1,64	65,6	92—83	4200	4	6,40	11
Ba...	1,78	78,5	97—87	5500	4,41	7,00	7,5
Du...	1,73	69	89—79	4600	3,98	6,66	20
La...	1,75	75,5	93—87	4050	4,31	5,36	9,5
Ar...	1,75	66	90—81	4600	3,77	6,96	23,5
Pr...	1,78	75	94—85	4250	4,21	5,66	13,5
Ka...	1,69	69	93—84	3900	4,08	5,65	11,5
Kl...	1,72	66	94—87	4350	3,90	6,59	5,5
Ri...	1,57	59,5	86—87	3350	3,78	5,63	16
Ma...	1,71	70,5	88—83	3550	4,12	5,03	17
Ma...	1,67	71	96—89	4300	4,25	6,05	4,5
Ro...	1,67	67	95—88	3700	4,01	5,52	8,5

Nom	Taille	Poids	Périmètre xyphoïdien	C V	$\frac{P}{T}$	$\frac{CV}{P}$	Pignet
Mo..	1,72	73,8	92—84	4500	4,29	6,09	10,2
Mo..	1,64	63		4500	3,84	7,14	
Ca..	1,70	72,8	99—90	4090	4,28	5,61	2,7
Ge..	1,58	59	90—80	4050	3,73	6,88	14
Bl..	1,67	58,5	90—82	3400	3,50	5,81	22,5
Co..	1,59	59	87—79	3400	3,71	5,76	17
Pl..	1,68	59	88—78	3500	3,51	5,93	26
Ca...	1,78	65		4900	3,65	7,53	
Re..	1,70	69,3	88—82	4200	4,07	6,08	15,7
Bo..	1,75	62,3	91—82	3900	3,50	6,29	26,2
Fo..	1,61	61	90—82	4050	3,78	6,63	14
Lé..	1,62	62	92—84	4000	3,82	6,45	12
Au..	1,65	62,4	90—81	3100	3,78	5,00	17,1
Jo..	1,65	68,2	93—86	4400	4,13	6,47	7,3
La..	1,74	71	90—83	4600	4,08	6,47	14,5
Be...	1,63	61	90—82	3900	3,74	6,39	16
Do..	1,72	67,5	93—85	4950	3,92	7,38	15,5
Po..	1,75	71,4	91—85	4400	4,08	6,18	16,6
St...	1,67	68,2	90—83	4250	4,08	6,25	12,3
Cl...	1,63	61,9	91—84	4050	3,79	5,78	13,6
Ch..	1,72	61	93—83	4550	3,54	7,45	23
Ro..	1,60	56	87—80	3650	3,50	6,51	20,5
Go..	1,57	59	86—80	3500	3,75	5,93	15
Be...	1,59	56,2	88—80	3700	3,53	6,58	18,8
Mi..	1,69	60	90—81	4200	3,55	7,00	23,5
Ge..	1,75	70,5	94—86	5400	4,02	7,65	14,5
Me..	1,69	59,2	93—83	4600	3,50	7,77	21,8
Ma..	1,63	57,5	90—80	3580	3,52	6,22	20,5
Pi...	1,67	51	84—76	3300	3,05	6,47	36
Fr...	1,67	65,5	95—85	3850	3,80	5,87	12,5
Ca..	1,68	66,8	98—87	4000	3,97	5,98	8,7
Le..	1,68	60,8	90—82	3650	3,63	6,00	22,5
Va..	1,70	69,5	94—82	4900	4,08	7,05	12, 5
Fa..	1,72	59	85—75	3900	3,43	6,61	33
Moyennes	1,68	64,94		4136	3,86	6,36	16

Remarquons, au préalable, que la plupart des concurrents examinés sont des militaires (56 sur 68) et qu'ils ont été, de ce fait, l'objet d'une double sélection :

celle de l'incorporation,

celle de la désignation en qualité de skieur.

Toutefois, la plupart pratiquaient le ski avant leur arrivée au corps et avaient profité de ses bienfaits sur le développement physique.

Leur taille moyenne est 1 m. 68, donc légèrement supérieure à celle couramment observée et que BELLOT et TRÈVES estiment légèrement inférieure à 1 m. 65.

Nous trouvons un poids moyen de 64 kg. 94, alors que les tables de BOUCHARD indiquent qu'à une taille de 1 m. 68, correspond un poids de 69 kg. Il faut tenir compte de l'âge de nos sujets, 20 à 22 ans pour la plupart d'entre eux, alors que les chiffres de Bouchard s'appliquent à des adultes moyens.

Le segment anthropométrique, véritable « indice de corpulence », qui est ici de 3,86, montre d'ailleurs un état éloigné de la maigreur et de l'obésité. Cet indice est, en effet :

à l'état de maigreur, au-dessous de 3,6,

à l'état normal, de 4,

à l'état d'obésité, de 5,4;

d'après BOIGEY.

Il est de 4 chez les sujets de petite taille,

de 3,8 chez ceux de moyenne taille,

de 3,7 chez ceux de grande taille;

d'après BELLOT et TRÈVES.

Alors que les résultats précédents ne nous avaient montré rien de remarquable, la capacité vitale fait

ressortir la différence qui existe entre ces sujets entraînés et la moyenne des sujets normaux. VIERORDT estime que la capacité vitale d'un homme de taille comprise entre 1 m. 67 et 1 m. 695 est d'environ 3 l. 484; HEUCQUEVILLE trouve qu'à l'âge de 20 ans, elle est en moyenne de 3 l. 623; notre skieur moyen a une capacité vitale de 4 l. 136, c'est-à-dire plus forte de 0 l. 500 approximativement.

Ce qu'il est intéressant surtout de considérer c'est la relation qui existe entre la capacité vitale et le poids c'est le coefficient pulmonaire. DÉMENY en avait saisi l'importance. En 1889, il écrivait : « *Nous avons fait un nombre considérable d'observations sur des jeunes gens de 19 à 25 ans faisant partie de sociétés de gymnastique et nous avons mesuré la taille, le poids et la capacité vitale de chacun.*

En examinant nos documents, nous avons cherché si nous ne trouverions pas, parmi eux, un critérium de la qualité de l'individu au point de vue aptitude au travail musculaire.

Déjà, dans des mensurations faites sur les enfants du Collège Sainte-Barbe, nous avons constaté que la capacité vitale moyenne des élèves ayant le même âge est sensiblement proportionnelle à leur poids et que si l'on construit la courbe du poids et de la capacité pulmonaire en fonction de l'âge, les deux courbes sont parallèles.

Ces observations nous ont amené à comparer la capacité vitale des sujets entraînés à leur poids et nous avons vu immédiatement que le rapport de ces deux

quantités est beaucoup plus élevé chez eux que chez les sujets sédentaires.

De plus, le rapport de la capacité vitale au poids s'accroît avec le degré d'entraînement, et cela s'explique si l'on se rappelle que l'entraînement augmente, d'une part, la capacité vitale, et, d'autre part, diminue, au début, le poids du corps en faisant disparaître une partie des tissus de réserve. »

Il avait trouvé les chiffres moyens suivants :

Age	22 ans
Poids	65 kg. 600
Capacité vitale	4 l. 200
CV/P	6,15

chez les sujets entraînés ;

Et :

Poids	63 kg. 500
Capacité vitale	3 l.
CV/P	4,7

chez des sujets sains non exercés méthodiquement.

F. Ed. Koby estime que le coefficient doit être, chez les hommes jeunes d'au moins 5,7.

« Ce rapport, dit BOIGEX, représente un critérium de la qualité d'un individu à produire du travail mécanique ». La capacité vitale doit être, en effet, en rapport avec le développement des muscles consommateurs d'oxygène et producteurs de gaz carbonique.

Chez notre skieur moyen, il est de 6,36, c'est-à-dire nettement au-dessus de la normale et prouve que nous avons affaire à des sujets bien entraînés aux exercices physiques.

Nous dirons peu de chose de l'indice de Pignet, dont

la valeur est très discutable et discutée. Nous constatons qu'il est ici en moyenne de 16 et qu'il place notre sujet dans la catégorie des constitutions fortes (entre 11 et 20 pour BESSON).

Modifications du pouls, de la tension, du poids à la suite des courses

Prises des mensurations

Le pouls fut compté au départ et à un moment variant de une à sept ou huit minutes après l'arrivée.

Les concurrents furent pesés, habillés et équipés au départ et à l'arrivée.

La tension fut mesurée à l'aide du sphygmomanomètre de Pachon avec manchette de Gallavardin. Elle fut prise au poignet, le sujet étant assis, l'avant-bras reposant sur une table. La première des tensions figurant dans les tableaux fut prise la veille ou l'avant-veille de la course entre 15 et 18 heures, c'est-à-dire assez loin du repas de midi ; la seconde, au plus tôt une minute, au plus tard sept à huit minutes après la fin de la course. Nous avons admis comme tension maxima celle, pour laquelle apparaît la première oscillation nettement perceptible de l'oscillomètre. Nos chiffres sont donc un peu forts, au repos nous avons trouvé :

Mx entre 14 cm. et 16 cm. de Hg

Mn entre 8 cm. et 9 cm. de Hg

alors que, normalement, dans les mêmes conditions on obtient :

Mx de 13 cm de Hg en moyenne,

Mn de 8 cm de Hg en moyenne.

Mais ce qui nous intéresse : la différence entre les deux mesures la veille et après l'exercice, n'est pas influencée.

En ce qui concerne le pouls, les résultats que nous avons obtenus perdent la plus grande partie de leur valeur pour deux raisons :

la première réside dans l'émotion qui, au départ, l'accélérerait dans de telles proportions que son rythme était, chez la plupart des skieurs, au-dessus de 90, et atteignait, même, 120 dans un cas ;

la deuxième consiste dans le moment différent où après la course nous le comptâmes ; ses variations sont si rapides qu'il eût fallu le saisir dès la fin de la course ou tout au moins après l'écoulement du même laps de temps, or, cela était rendu impossible par le fait de l'arrivée simultanée des quatre coureurs d'une même équipe lors de la course militaire, où la plupart de nos mensurations furent prises.

Il serait vain, de la sorte, de vouloir tirer des conclusions quelconques de la comparaison du rythme du pouls à l'arrivée à celui du départ. Dans un cas, le premier fut même inférieur au second.

Nous ne donnerons que les valeurs absolues du pouls après la course militaire par équipes, d'un parcours de 25 km. Son rythme oscillait chez les trois quarts des concurrents entre 120 et 140, pour la plupart des autres entre 100 et 120, pour quelques autres,

très rares, entre 90 et 100. Nous répétons que ces résultats sont tout à fait relatifs, l'instant de la numération par rapport à l'arrêt de l'exercice variant d'un sujet à l'autre.

Modifications de la Tension

Avant d'entreprendre l'exposé de nos observations sur les modifications de la tension artérielle, qu'entraîne une course de ski, nous donnerons un court aperçu des opinions actuelles sur l'action de l'effort sur la pression artérielle.

Après un effort, l'élévation de la maxima a été notée par de nombreux auteurs, dont POTAIN, WILLIAMSON, DEADBORN, JELLINEK, PACHON, MARTINET. « *Un travail musculaire notable élève toujours la pression, pourvu qu'il soit modéré et peu prolongé.* » (POTAIN).

Tous ont observé également son abaissement dans les mêmes circonstances.

JELLINEK, examinant 106 soldats à la suite d'une marche d'une heure, trouve :

l'élévation de la maxima chez 57,

la baisse chez 19,

aucune modification chez 30;

DEADBORN obtient, à la suite d'exercices divers, les résultats suivants :

élévation de la maxima dans 58 % des cas,

baisse de la maxima dans 39 % des cas.

Pour expliquer cette diversité de résultats POTAIN fait entrer en jeu la notion de fatigue « *un exercice élève la pression, la fatigue l'abaisse* ». A la suite d'observations prises sur des athlètes entraînés, il ajoute : « *il n'y a pas de rapport nécessaire et constant entre l'exercice musculaire et une modification déterminée de la pression. Cette modification peut être nulle, elle peut se produire dans un sens ou dans l'autre suivant les sujets, suivant le degré de fatigue que l'exercice détermine.* »

D'après GALLAVARDIN, on peut schématiser ainsi l'opinion actuelle :

un exercice léger ne modifie pas M_x ,
un exercice modéré élève toujours M_x ,
un exercice forcé abaisse M_x .

Quant à la minima, elle subit de faibles variations dans un sens ou dans l'autre.

Ce qui est presque toujours augmenté à la suite de l'effort, c'est la pression différentielle.

L'entraînement exerce sur ces modifications une influence primordiale. Un effort, qui, chez un sujet entraîné, amène une hausse de la maxima, l'abaisse chez celui qui ne l'est pas. « *C'est, sans doute, dans ces différences d'entraînement, comme, d'ailleurs, dans les variations de résistance individuelle qu'il faut chercher l'explication des résultats souvent discordants relevés dans des circonstances analogues chez divers sujets.* » (GALLAVARDIN.)

Jusqu'à ces dernières années, seule la tension après

l'effort avait fait l'objet d'études. On avait cru mesurer la tension au cours de l'exercice en la prenant au moment d'arrêts, alors que cela revenait à diviser cet exercice en plusieurs de plus courte durée, après lesquels on faisait les mesures. CHALLEY-BERT et LANGLOIS, à l'aide d'un tapis roulant et de la capsule oscillographique de Pachon-Boulitte, puis PIÉDALLU, avec une technique un peu différente, recueillirent les valeurs de la maxima et de la minima au cours de l'exercice lui-même et après sa cessation. Leurs résultats peuvent être condensés ainsi :

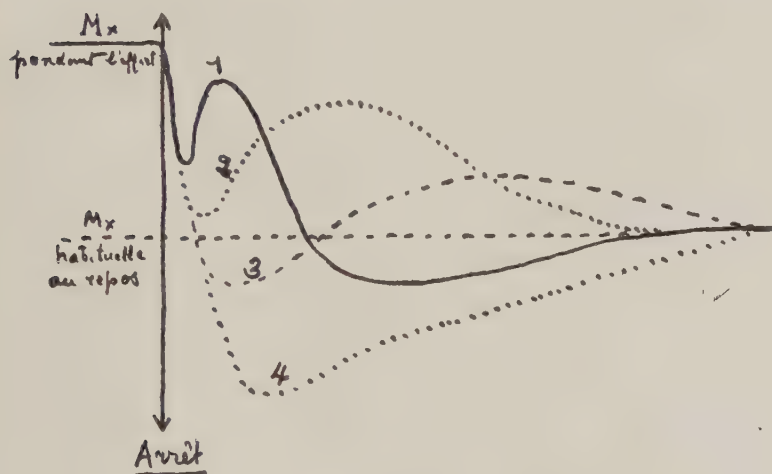
la maxima s'élève notablement, progressivement, d'autant plus vite et d'autant plus haut que l'exercice est plus intense, puis se stabilise en « *plateau de travail* » (PACHON) pendant toute la durée de l'exercice;

la minima s'élève, ou s'abaisse, ou ne subit aucune modification, mais les écarts observés sont faibles;

dès la cessation de l'exercice et dans les secondes qui suivent, la maxima subit une chute brusque qui, si l'exercice a été très intense, l'amène au-dessous de sa valeur initiale. De là, elle remonte rapidement au-dessus de cette valeur, à un niveau d'autant plus élevé et d'où elle regagne le taux initial d'autant moins vite que le travail a été plus fatigant; si ce dernier a été exténuant, la maxima ne remonte pas au-dessus du taux initial, elle le regagne lentement en restant au-dessous. La minima subit des variations de même ordre, elle ne revient à la normale que bien après la maxima. « *Il n'y a pas de valeur de la pression artérielle à l'arrêt mais des valeurs successives et varia-*

bles. Une seule mesure de la pression artérielle après un exercice ne renseigne en rien sur la valeur de la tension pendant l'exercice. Tout dépend du moment où on la mesure. » (PIÉDALLU.)

Le schéma ci-dessous de PIÉDALLU figure d'une façon simplifiée les modifications de la tension maxima dès la cessation de l'effort.



Variations de M_x à l'arrêt de l'effort.
1, 2, 3, 4, efforts de plus en plus pénibles.

Ceci nous explique la cause des divergences observées par les auteurs qui prirent la tension artérielle après l'effort. Il ne suffit pas de la mesurer un temps déterminé après la cessation du travail pour être sûr d'être dans des conditions identiques. Et d'abord l'intensité du travail elle-même n'est pas absolue, mais

relative, en rapport avec l'entraînement; un exercice fatigant pour un sujet non entraîné, peut ne pas l'être du tout pour celui qui l'est. De ce fait, la courbe de la tension sera variable d'un sujet à un autre à la fois dans l'amplitude de ses oscillations et dans leur durée.

En résumé, les renseignements que nous fournit la prise de la tension artérielle après l'effort ont une valeur toute relative. Nous pouvons dire cependant que, à part la phase du début de la cessation de l'exercice et dont la durée est de quelques secondes, la maxima est influencée ainsi :

elle est plus élevée que normalement à la suite d'un effort bien supporté,

elle est plus basse à la suite d'un exercice exténuant.

En ce qui concerne les skieurs, nous avons obtenu les mêmes divergences que nous nous avons trouvées au début de ce chapitre. KNOLL trouve la tension maxima abaissée dans 50 % des cas, augmentée dans 1 ou 2 %, inchangée dans les autres cas. FILIP observe un abaissement de la maxima dans 89 % des cas et de la minima dans 68 %.

Nos mesures furent prises de un minute à six ou sept minutes après l'arrivée des concurrents, c'est-à-dire nettement après la chute de la tension qui suit immédiatement la cessation de l'effort.

D'après ce tableau, nous voyons que la maxima fut :	
augmentée	4 fois
diminuée	2 fois
sur les 6 cas observés à la suite de la cours de 45 km.;	
augmentée	8 fois
diminuée	1 fois
sur les 9 observations prises après la course de 25 km.;	
élevée	5 fois
dans les 5 mesures faites après la course de 18 km.;	
la minima fut :	
augmentée	3 fois
diminuée	3 fois
à la suite de la course de 45 km.;	
augmentée	7 fois
inchangée	2 fois
après la course de 25 km.;	
augmentée	5 fois
après celle 18 km.	

La différentielle augmenta dans tous les cas sauf dans deux, où elle ne subit aucune variation et dans un où elle diminua de 1 cm. de Hg. Notons que, dans ce dernier, il s'agissait d'un coureur militaire tchécoslovaque, qui arriva très fatigué; pour qu'il ne retarde pas son équipe, ses camarades lui portèrent son équipement, pendant une partie de la course.

Les variations de la minima furent d'amplitude très faible, elles oscillèrent entre $+ 1 \frac{1}{2}$ et $- 1$.

Celles de la maxima offrent plus d'intérêt : pour la course de 45 km., elles oscillèrent entre $+ 6$ et $- 1$, avec une moyenne de $+ 2 \frac{1}{2}$;

pour la course de 25 km., entre $+ 5 \frac{1}{2}$ et $- 1/2$, avec une moyenne de $+ 4$;

pour la course de 18 km., entre $+ 8 \frac{1}{2}$ et $+ 3$, avec une moyenne de $+ 6$.

La tension différentielle comprise entre une tension minime qui a peu varié et une maxima qui fut plus élevée pour les courses à plus faible parcours fut naturellement plus ample à la suite de ces dernières.

En résumé il nous semble que si nous rangeons les courses par ordre décroissant de fatigue :

course de 45 km,

course de 25 km,

course de 18 km,

nous voyons que les tensions systoliques sont moins élevées après les premières qu'après les dernières. Nous remarquons, par exemple, que chez les coureurs Ka... et Mä... la maxima passe de 16 à 20 à la suite de la course de 25 km et de 16 à 24 à la suite de la course de 18 km;

la tension diastolique subit de faibles variations dans un sens ou dans l'autre ou resta inchangée;

la tension différentielle subit des variations parallèles à celles de la maxima.

Modifications du Poids

Dans le tableau suivant nous plaçons en tête les poids de trois coureurs de la course de 45 km, puis ceux des skieurs militaires de la course de 25 km. Ces derniers skieurs sont placés par équipe et par ordre d'arrivée pour les 3 premières.

<i>Modifications du Poids</i>							
Nom	POIDS			Nom	POIDS		
	Avant	Après	Différence		Avant	Après	Différence
Course de 45 km.				Course de 25 km.			
Va ..	65,100	62,100	3,000	Pa ..	66,000	64,000	2,000
Ro ..	55,600	52,300	3,300	St ..	85,000	79,300	5,700
Go ..	54,000	53,000	1,000	Cl ..	73,000	71,000	2,000
				Ch ..	77,000	73,000	4,000
Course de 25 km.				Me ..	69,000	69,000	0
Pr ..	81,000	78,600	2,400	Ca ..	85,000	85,000	1,000
Ka ..	80,000	76,000	4,000	Ge ..	70,000	69,500	500
Kl ..	77,000	75,000	2,000	Bl ..	70,000	69,000	1,000
Ma ..	82,500	78,000	4,500	La ..	76,000	76,000	0
				Fo ..	74,000	71,000	3,000
Ab ..	70,000	69,000	1,000	Le ..	77,000	75,000	2,000
Ro ..	79,000	77,000	2,000	An ..	76,000	72,000	4,000
Mo ..	74,000	71,600	2,400	Po ..	75,000	73,000	2,000
Mo ..	84,000	81,000	3,000	La ..	85,000	83,300	1,700
				Be ..	71,000	70,400	600
Mo ..	80,500	76,000	4,500	Po ..	86,000	83,000	3,000
Br ..	76,100	75,000	1,100				
Eh ..	86,100	84,000	2,100	Ga ..	88,000	86,000	2,000
Mu ..	78,100	75,000	3,100	Ri ..	82,000	79,000	3,000
				Ar ..	78,000	76,000	2,000
Ac ..	63,000	61,500	1,500	La ..	88,000	86,000	2,000
Ca ..	80,000	74,800	5,200	Sa ..	79,000	78,400	600
Bo ..	77,000	73,000	4,000	Fi ..	83,000	80,900	2,100
Ro ..	82,000	79,800	2,200	Fl ..	73,000	71,400	1,600
				R ..	81,000	79,600	1,400

Ainsi que nous l'avons indiqué précédemment les skieurs furent pesés, habillés et équipés avant et après la course. Les causes d'erreurs comprennent celles qui augmentent la perte de poids, celles qui la diminuent. Parmi les premières nous avons essentiellement :

le poids de l'urine émise en cours de route,

le poids des cartouches tirées (la course militaire comprenait un tir de six cartouches en un point du parcours);

parmi les secondes :

le poids de la sueur imbibant les vêtements,

le poids des aliments et boissons ingérés en course et provenant des postes établis le long du trajet.

Nous n'avons aucune idée approximative des erreurs entraînées par l'élimination de l'urine, le poids de la sueur imbibant les vêtements, la quantité des aliments solides et liquides absorbés. Seul le poids des cartouches est connu, il est de 165 gr. par soldat. Nous ne pourrions donc, dans nos calculs, tenir compte que de ce dernier facteur.

Nous voyons dans le tableau ci-dessus que, dans deux cas, la variation de poids fut nulle, dans deux autres elle dépasse 5.000 gr. (5.200 gr. et 5.700 gr.). Les restrictions énumérées plus haut ne nous paraissent pas suffisantes pour expliquer de telles différences. Il intervient certainement, dans ces cas, d'autres facteurs tels que : le port de toutes les cartouches au départ par le meilleur skieur de l'équipe; le passage d'un effet d'équipement d'un coureur fatigué à son camarade en meilleure condition, effet avec lequel ce

dernier est pesé à l'arrivée; facteurs qui, s'ils influent sur les variations de poids des individus en cause, n'ont aucune action sur la perte moyenne de poids de tous les skieurs.

La perte de poids moyenne de 3 coureurs de la course de 45 km et de 40 coureurs de celle de 25 km, compte tenu de la masse des cartouches, est de 2.170 gr.

Ce chiffre est considérable. Nous signalerons, à ce propos, que Ro..., concurrent de la course de 45 km, pesé nu au départ et à l'arrivée, avait perdu 3.300 gr., et que Va..., à la même épreuve, pesé habillé au départ et à l'arrivée, n'ayant en cours de route, ni uriné, ni mangé autre chose que des aliments emportés, avait diminué de 3.000 gr; la seule cause d'erreur : le poids de la sueur contenue dans ses vêtements tendrait à augmenter ce chiffre.

Nous croyons donc ne pas avoir exagéré la diminution du poids des skieurs à la suite des épreuves avant et après lesquelles nos mensurations furent prises.

L'explication de telles variations tient vraisemblablement et avant tout aux conditions climatiques :

la sécheresse de l'atmosphère qui active les évaporations pulmonaire et cutanée,

l'insolation intense (les courses eurent lieu par un ciel absolument libre de nuage) qui exagère l'évaporation en tendant à augmenter encore la température du corps déjà élevée par l'exercice musculaire.

D'autres facteurs ne sont cependant pas négligeables :

l'habillement important du skieur, destiné à le protéger du froid au départ et en cas d'arrêt accidentel, qui concentre la chaleur,

l'adhérence de la neige aux skis, qui croît au fur et à mesure que le soleil augmente son rayonnement et qui nécessite un effort musculaire accru.

La plus grande partie de cette perte de poids est certainement due à l'élimination d'eau, comme après tout exercice physique. Dans le cas particulier, nous avons remarqué la soif véritablement intense des concurrents à l'arrivée.

Nous avons noté également que, malgré l'effort considérable qu'exigent de telles courses, malgré ces pertes de poids importantes, les concurrents arrivaient, pour le plus grand nombre, en très bonne condition, peu fatigués et capables le lendemain de fournir un effort à peu près identique. Nombreux en effet furent ceux qui participèrent à des compétitions deux jours de suite, et parmi eux certains se classèrent brillamment dans chacune. Il faut dire qu'il s'agissait de skieurs particulièrement bien préparés et entraînés. Mais il est possible que les conditions inhérentes aux climats d'altitude jouent un rôle dans le maintien de ce bon état physique.

Conclusions de l'étude des effets physiologiques du sport du ski sur l'organisme

I. — Le sport du ski se pratique dans des conditions exceptionnellement favorables, inhérentes au climat d'altitude : pureté de l'atmosphère, ensoleillement, température basse qui incite au travail musculaire.

II. — Les skieurs, destinés à faire des courses en montagne, à effectuer des reconnaissances comportant des différences de niveau souvent considérables doivent être indemnes de lésions pulmonaires, cardiaques, rénales, du fait des perturbations importantes survenant dans ces appareils au cours des dépressions barométriques.

III. — Ils ne peuvent bénéficier réellement de l'ensoleillement qu'à certaines heures de la journée et à la condition d'être, à ce moment, aussi peu vêtus que possible.

IV. — La ration alimentaire, qui doit être très abondante lors d'excursions, de marches, pour lutter contre le froid et pour fournir une énergie mécani-

que suffisante, sera surtout riche en graisses, au pouvoir calorique important, et en hydrates de carbone, aliments véritables du muscle, source de chaleur et de force.

V. — Au point de vue exercice physique, le ski est un sport complet dont la pratique met en jeu tous les muscles de l'organisme et développe les qualités d'attention, de sang-froid, d'énergie.

Conclusions des observations prises à Chamonix, en février 1927

I. — La taille moyenne des skieurs examinés, 1^m68, est légèrement au-dessus de la normale; le poids moyen, 64 kgs 94, est celui qui y correspond, ainsi que le montre, d'ailleurs, l'« indice de corpulence » de Bouchard, de 3,86, ici.

II. — La capacité vitale moyenne est de 4 l. 136, plus élevée de 0 l. 500 environ que celle des sujets de même âge et de même taille.

III. — Le coefficient pulmonaire moyen, 6,36, les classe dans la catégorie des sujets particulièrement aptes et bien entraînés au travail musculaire.

IV. — A la suite des courses, la tension maxima fut modifiée ainsi qu'il suit :

après la course de 45 km elle fut augmentée dans 4 cas	
	diminuée dans 2 cas
après la course de 25 km elle fut augmentée dans 8 cas	
	diminuée dans 1 cas

après la course de 18 km elle fut augmentée dans 5 cas

Elle oscilla entre -1 cm et $+8$ cm $1/2$ de Hg.

La quantité moyenne dont elle s'éleva décroît avec la distance parcourue, elle fut plus importante après la course de 18 km que pour celle de 25 km et plus pour cette dernière que pour celle de 45 km.

La minima subit des variations moindres, comprises entre -1 cm et $+1$ cm. $1/2$ de Hg; elle fut accrue dans 15 cas, abaissée dans 3, inchangée dans 2.

V. — Le poids moyen de 40 concurrents de la course de 25 km par équipe et de 3 de celle de 45 km fut trouvé amoindri de 2.170 gr.

Cette perte de poids considérable peut s'expliquer par la sécheresse de l'atmosphère, par l'ensoleillement intense qui favorisent les évaporations cutanée et pulmonaire.

Vu :	LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
LE DOYEN,	LATARJET.
JEAN LEPINE.	

Vu et permis d'imprimer :

Lyon, le 29 Novembre 1927.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,
GUEUSI.

Bibliographie

Altitude

Pour la bibliographie antérieure à 1921, consulter l'article de SCHNEIDER (E.-C.). Physiological effects of altitude. *Am. J. of Physiol. Balt.*, 1921.

ADLERSBERG (D.) und PORGES (O.). — Beiträge zur Pathologie und Therapie der Höhenkrankheit. *Ztschr. f. d. ges. exp. Med., Berl.*, 1923, XXXVIII, 214-228.

AGGAZZOTI (A.). — L'assimilazione del glucosio in alta montagna. *Giorn. d. r. Accad. di med. di Torino*, 1921, XXVII, 177-181.

BARCROFT (J.). — The physiology of the life in the Andes. *Nature, Lond.*, 1922, CX, 152-156. ,

— Mountain Sickness. *Nature, Lond.*, 1924, CXIV, 90-92.

BARCROFT (J.) and FLACK (M.). — Discussion on medical aspects of life at high altitudes. *Proc. Roy. Soc. Med. Lond.*, 1922-23, XVI, Sec. Med., 58-62.

BAUMLER (C.). — Anpassung des Menschen an die Atmosphäre, insbesondere in grossen Höhen und in bertächtlicher Tiefe. *Deutsche Rev. Stuttg. u. Leipz.*, 1922, XLVII, 233-246.

BAYEUX (R.). — La respiration maximum aux très hautes altitudes. *Compt. Rend. Acad. des Sciences, Paris*, 1922, CLXXIV, 1037-1039.

BEYNE (J.). — Débit respiratoire et pression atmosphérique. *Journal de Phys. et de Path. gén.*, 1923.

- Sur l'origine des accidents provoqués chez l'homme par les fortes dépressions atmosphériques et sur la protection de l'aviateur contre les troubles anoxhémiques. *C. R.*, 1923, CLXXVI, 1920.
- BINET (L.). — Observations physiologiques sur le mal des montagnes. *Presse Médicale*, 1925.
- BINET (L.) et FOURNIER (B.). — La réaction splénique de la saignée. *C. R. Soc. Bio.*, 1926, 1141.
- BINET (L.), CARDOT (H.) et WILLIAMSON (R.). — Le rôle de la rate dans la détermination de la polyglobulie asphyxique. *C. R. Soc. Biol.*, 1926, 262.
- BINET (L.) et WILLIAMSON (R.). — Détermination d'une polyglobulie permanente par embolie pulmonaire mécanique. *C. R. Soc. Bio.*, 1926, 663.
- D'ARSONVAL, GARIEL, CHAUVEAU, MAREY. — In *Traité de Physique biologique*.
- BROUARDEL et MOSNY. — In *Hygiène*, fasc. I, 40.
- BRUNQUIST (E. H.), SCHNELLER (E. S.), LÆVENHART (A. S.). — The effects of anoxemia on nitrogen metabolism. *J. Biol. Ch.*, 1924, LXII, 93-115.
- CLUZET. — In *Physique Médicale*. Doin.
- COURMONT, ROCHAIX, LESIEUR. — In *Hygiène*. Masson.
- CRUCHET. — Influence des variations de pression atmosphérique sur la pression artérielle. *Pres. Méd.*, 1925.
- DALAND (J.). — Altitude sickness the result of hemoglobin deficiency. *Internat. Clin., Phila.*, 1923, IV, 124-128.
- DAVID (O.) und GABRIEL (G.). — Capillarbeobachtungen bei herabgesetzten Sauerstoff partialdruck. *Klinische Wchnschr., Berl.*, 1923, II, 1028.
- FAILLIE. — Le moteur humain, son étude faite à une altitude de 1.800 m. *Nature, Paris*, 1923, LI, 295-299.
- FERRY. — Le mal des altitudes. *Annales de Médecine*, 1919, n° 2, 124.
- FRENKEL-TISSOT (H. C.). — Neuere Untersuchungen über das Verhalten des Blutes im Hochgebirge. *München. med. Wchnschr.*, 1921, LXVIII, 1616 ; *Schweiz. med. Wchnschr., Basel*, 1922, LII, 327.
- GREENE (C. H.). — The partial pressure of oxygen in the blood during progressively induced anoxemia. *J. Biol. Chem., Balt.*, 1922, LII, 137-155.

- GREENE (C. H.) and GREENE (C. W.). — The utilization of oxygen in the blood at different stages of anoxemia. *Am. J. Physiol., Balt.*, 1922, LXII, 542-556.
- GREENE (C. W.) and GILBERT (N. C.). — Studies on the responses of the circulation to low oxygen tension. *Am. J. Physiol., Balt.*, 1922, LX, 155-192.
- HALDANE (J. S.). — Acclimatization to high altitudes. *Brit. Med. J. Lond.*, 1924, II, 885-890.
- HARCOURT-BATH (W.). — The highest inhabited house. *Nature, Lond.*, 1921-22, CVIII, 179.
- IZQUIERDO (J. J.). — Le débit respiratoire maximum des habitants des hautes altitudes. *Comp. Rend. Soc. Biol., Paris*, 1922, LXXXVII, 639
- Réalité de l'hyperpoglobulie des hautes altitudes. *Comp. Rend. Soc. Biol., Paris*, 1922, LXXXVII, 1195.
- Note additionnelle à mon étude sur le débit respiratoire maximum. *Riv. Mex. de Biología*, 1923, IV, 14.
- Le débit respiratoire des habitants de la ville de Mexico. *Journal de Phys. et de Path. gén.*, 1927, XXV, 495.
- JACOBY (C.). — Beiträge zur mekanischen Wirkung des Luftdruckes in Höhenklima. *Arch. f. exp. Path. u. Pharmacol., Leipz.*, 1924, CIV, 177-238.
- KÖHLER (A. E.), BEHNEMAN (H. M. F.), BENELL (O. E.), LÆVENHART (A. S.). — The cause of death from anoxemia. *Amer. J. Physiol.*, 1925, LXXIV, 590-615.
- LANGLOIS et BINET. — Mécanisme du mal des montagnes. *Presse médicale*, 1921:
- LAQUER (E.). — Ueber die Wirkungen des Hochgebirges auf das Blut und der Flüssigkeitsaustausch zwischen Blut und Geweben. *Klin. Wchnschr., Berl.*, 1922, I, 163-166.
- LIEBESNY (P.). — Der Einfluss des Höhenklimas auf den Kapillarkreislauf und die Beziehung des letzteren zu der in Höhenlagen beobachteten Blutkörperchen — und Hämoglobinvermehrung. *Schweiz. med. Wchnschr.*, 1922, LII, 431-435.
- Kapillarkreislaufbeobachtungen in Höhenklima. *Wien med. Wchnschr.*, 1921, LXXI, 2177-2180.
- LITCHFIELD (W. F.). — Observations on anoxemia with an account of an acute medical emergency in infants due to oxygen want. *Med. J. Australia, Sydney*, 1921, II, 620-622.

- LÆVY (A.). — Ueber physiologische Anpassungsvorgänge an das Höhenklima. *Schweiz. med. Wchnschr., Basel*, 1924, LIV, 493-496.
- Neuere Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie in Höhenklima. *Ztschr. f. d. ges. phys. Therap., Berl.*, 1924-25, XXIX, 199-218.
- Beiträge zur Physiologie des Höhenklimas. *Arch. f. d. ges. Physiol., Berl.*, 1925, IV, 1009-1011.
- LONGSTAFF (T. G.). — Experiences with the Everest expedition. *Proc. Roy. Soc. Med. Lond.*, 1922-23, XVI, Sec. med., 57.
- MICHEL. — Le débit respiratoire dans les ascensions en avion et en montagne. *Thèse, Lyon*, 1921-22.
- MOOG. — Pathogénie du mal des montagnes. *Compt. Rend. Soc. Biol., Paris*, 1912.
- MORRIS (N.). — Anoxemia and the increased electrical excitability of the neuro-myone. *Brit. J. Exp. Path., Lond.*, 1922-23, III, 101-106.
- Anoxemia and the administration of oxygen. *J. Phys., Lond.*, 1922-23, LVI, 283-293.
- MOUCHET (A.). — Les sports vus par les médecins. L'ascension du Mont-Blanc (4.807 m.). *Paris Méd.*, 1921, XLII (annexe), 302-308.
- OCARANZA (F.), DELGADO (M.). — Le débit respiratoire maximum dans la vallée de Mexico. *Gaz. Med. de Mexico*, 1925, LXI, 573.
- PADILLA (G. T.). — El gasto respiratorio maximo. *Tesis de la Escuela Medico-Militar. Mexico*, 1923.
- PIÉRY et PAILLIER. — Urée sanguine et ascensions en avion. *Lyon Médical*, 1922, 644.
- RECHT (G.). — Ueber Kernhaltige Erythrocyten bei Sauerstoffmangel. *Mitt. d. Gesellsch. f. inn. Med. u. Kinderh. in Wien*, 1922, XXI, 107.
- REDFIELD (A. C.). — Accomodation to the anoxemia of high altitudes. *Boston M. and S. J.*, 1922, CLXXXVII, 841-844.
- RICHET (Ch.). — In *Dictionnaire de Physiologie*. B. C. 26.
- RICHET (Ch.) et RICHET (Ch.) FILS. — In *Traité de physiologie médico-chirurgicale*. Paris, 1921.
- SCHNEIDER (E. C.). — Physiological effects of altitude. *Physiol. Rew. Balt.*, 1921, I, 631-659 (BIBLIOGRAPHIE).

- SCHNEIDER (E. C.) and TRUESDELL (Dorothy). — The circulatory responses of man to a sudden and extreme anoxemia. *Am. J. Physiol. Balt.*, 1923, LXV, 379-386.
- SCHNEIDER (E. C.). — A comparison of three types of anoxemia. *Mil. Surgeon., Wash.*, 1924, LIV, 328-339.
- SCHNEIDER (E. C.) and TRUESDELL (Dorothy). — The circulatory responses of man to anoxemia. *Am. J. Physiol. Balt.*, 1924, LXXI, 90-105.
- SCHNEIDER (E. C.). The respiratory exchange and alveolar air changes in man at high altitudes. *Air. M. Serv. Wash.*, 1923-24, V, 21-29.
- SCHNEIDER (E. C.), TRUESDELL (Dorothy) and CLARKE (R. W.). — Respiratory changes during and after a period of anoxemia. *Am. J. Physiol. Balt.*, 1924-25, LXXI, 714-728.
- SCHNEIDER (E. C.). — The respiratory exchange and alveolar air changes in man at high altitudes. *Am. J. Physiol., Balt.*, 1924, LXV, 107-127.
- SCHNEIDER (E. C.), TRUESDELL (Dorothy), CLARKE (R. C.). — Oxygen consumption in man during short exposures to low barometric pressures. *Amer. J. Physiol. Balt.*, 1924, LXX, 283-299.
- SCHNEIDER (E. C.), CLARKE R. C.). — Studies on muscular exercise under low barometric pressure. *Amer. J. Physiol., Balt.*, 1925, LXXIV, 834-853.
- TOUBERT (M.). — L'action physiologique de la cure d'altitude à Font-Romeu (1.800 m.). *Paris Médical*, 1925, LV, 366-369.
- VAN WULFFTEN PALTHE (P. M.). — Functional disturbances from lack of oxygen. *Nederl. Tijdschr. v. Geneesk., Haarlem*, 1923, LXII, 1284-1288.
- YAMAKITA (M.), KATO (T.). — Clinical and experimental anoxemias and the effects of oxygen administration. *Tohoku, J. Exp. M., Densai*, 1923, III, 608-622.

Héliothérapie

Pour la bibliographie antérieure à 1921, consulter : MIRAMOND DE LAROQUETTE. *Arch. Med. et pharm. mil.*, 1921. LIGNIÈRES. *Thèse Paris*, 1925.

AIMES. — La pratique de l'Héliothérapie. *Paris*, 1925.

- AMSTAD (E.). — Die Heliotherapie der nicht tuberkulösen Affektionen. *Schweiz. med. Wchnschr. Basel*, 1922, LII, 105-110.
- ARTAUT DE VENÉY. — Hélio-thérapie et Photothérapie. *Bulletin Général de Thérapeutique*, 1918, n°s 22-24.
- BANG (S.). — Importance of pigment product in Phototherapy. *Ugesk. f. Laeger Kobenh.*, 1924, LXXXVI, 543-546.
- BAUR (F.). — Die Sonnenstrahlung an der Küste, in Tiefland, Mittelgebirge und Hochgebirge. *Mitteleuropa. Klin. Wchschr., Berl.*, 1922, I, 2476.
- BAYLISS (Sir W.). — The physiological action of Light. *Lancet, Lond.*, 1922, II, 1118.
- BENDES (J. K.). — Heliotherapy. *Minnesota Med., St-Paul*, 1922, V, 302-307.
- Heliotherapy. *Journal-Lancet Minneap.*, 1923, XLIII, 35-38.
- Heliotherapy. *Journal-Lancet, Minneap.*, 1922, XLI, 107-110.
- BUFNOIR. — La cure solaire ; indications, technique, résultats. *Gazette des Hôpitaux de Paris*, 1924, XCVII, 1517-1523.
- BURCHARDI (K.). — Blutbefunde bei Kohlenbogenlichtbestrahlung, Strahlentherapie. *Berl. und Wien*, 1921, XII, 808-818.
- BURROUGHS (W. J.). — A note on the tungsten ray. *Lancet, Lond.*, 1921, II, 901.
- CASALIS (C. A.). — Heliotherapy as a general routine treatment of disease. *Med. J. S. Africa, Johannesburg*, 1921-22, XVII, 48-50.
- CRAMER (W.) and DREW (A. H.). — The effect of light on the organism. *Brit. J. Exp. Path. Lond.*, 1923-24, IV, 271-282.
- DAUSSET (H.). — Bases scientifiques et indications de l'Hélio-thérapie artificielle. *Paris*, 1920-1921, II, 718-724.
- L'Hélio-thérapie artificielle, sa technique, sa posologie, ses résultats. *Rev. Med. Franç.*, 1925, 79-84.
- DE GROER (F.). — Sur la théorie de l'action thérapeutique de la lumière. *Ann. de Méd.*, 1922, XI, 52-58.
- D'ŒLNITZ et DUPLAY. — La pratique de l'Hélio-thérapie. Indications, résultats, techniques électives. *Hôpital*. 1921, IX, 757-761.

- DORNO (C.). — Die physikalischen Grundlagen der Sonnen- und Himmelsstrahlung und ihre Anwendung in die Therapie. *Naturwissenschaften, Berl.*, 1924, XII, 1068-1075.
- DUFÉSTEL. — L'Héliothérapie artificielle. *Paris*, 1923.
- ECKSTEIN (A.). — Ueber die Grundlagen der Bestrahlungstherapie mit natürlicher und Künstlichen Licht. Guelben. *Klin. Wchnsch. Berl.*, 1925, IV, 953-959.
- EDER (J.-M.). — Die Messung der Lichtstrahlendosen in der Therapie. *Wien. med. Wchnschr.*, 1921, LXXI, 1919-1925.
- FAURE-ESMIOL. — Les indications de la cure méditerranéenne. *Prat. Méd. Franç., Paris*, 1923, II, 567, et 1924, III, 81.
- FONTES (G.) et YOVANOVITCHI (A.). — Influence de la lumière sur le métabolisme azoté. *C. R. Soc. Bio.*, XCIII, 269, 1925.
- GAUVAIN (Sir H. J.). — The Sun cure. *Brit. Med. Journ. Lond.*, 1924, II, 234-236.
- GUINON (L.), RIBADEAU-DUMAS (L.) et VINCENT. — L'Héliothérapie comme élément de cure chez les débiles. *Bull. Soc. Pédiât. de Paris*, 1922, XX, 389-392.
- GUIRAUD. — In *Traité d'Hygiène*, p. 119.
- HACKRADT (A.). — Ueber die Lagerung des Patienten bei Belichtung mit der Künstlichen Höhensonne. VI. Strahlentherapie. *Berl. und Wien*, 1921, XII, 1015-1023.
- HARRIS (D. T.). — Studies on the biological action of Light. *Proc. Roy. Soc. Lond.*, 1925-1926, XCVIII, 171-187.
- HESS (A. F.). — The ultra-violet rays of the Sun. *Journ. of Amer. Med. Assoc. Chicago*, 1925, LXXX, 1033-1037.
- HIRSCH (E.). — Ueber Sonnenbad und Luftbad. *Allg. med. Centr. Ztg. Berl.*, 1922, XCI, 165-169.
- HOFFNER (K.). — Zwanzigjährige ärztliche Erfahrung über Luft und Sonnenbäder. Strahlentherapie. *Berl. u. Wien*, 1921, XII, 819-826.
- KANTZ (F. G.). — Neuere Ergebnisse der natürlichen und Künstlichen Heliotherapie. *Schmidts Jahrb., Leipz.*, 1922, CCCXXXV, 33-40.
- KELLER (P.). — Ueber praktische und biologische Höhensonnendosierung. Höhensonneneinheit. *Deutsche med. Wchnschr., Leipz. u. Berl.*, 1922, XLVIII, 346-348.

- KERN (F. J.). — Actinotherapy in general practice; case histories. *Ohio M. J., Columbus*, 1922, XVIII, 286-290.
- KINNEY (W. C.). — Report of Committee on phototherapy. *Ann. J. Electrotherap. and Radiol., N. Y.*, 1922, XL, 145-151.
- KOHL (F.). — Neue Bestrahlungslampen für Konstitutionelle Strahlentherapie mit sonnenähnlichen Licht. *Berl. u. Wien*, 1921, XII, 994-1004.
- KÖNIGSFELD (H.). — Stoffwechsel und Blutuntersuchungen bei Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne. *Ztschr. f. Klin. Med.*, Berlin, 1921, XCI, 159-189.
- LAMBERT (P.), DÉJARDIN (G.), CHALONGE (D.). — L'extrémité ultra-violette du spectre solaire et la couche d'ozone de la haute atmosphère. *Bulletin de l'Observatoire de Lyon*, 1927, IX, 45.
- Essai de mise en évidence, à haute altitude, d'un rayonnement solaire dans l'ultra-violet lointain. *C. R. Ac. des Sciences*, 1923, 757.
- LANDIS (H. R. M.). — Heliotherapy. *Progr. Med., Phila.*, 1923, IV, 362-365.
- LAQUEUR (A.). — Heliotherapy for the practising physician. *Med. Weekbl. Amst.*, 1921-1922, XXVIII, 533-545.
- LASCH (W.). — Ueber die Wirkung der Kunstlichen Höhensonne auf der Stoffwechsel. *Deutsche Med. Wchnschr., Leipz. u. Berl.*, 1921, XLVII, 1063.
- LASCH und WERTHEIMER (E.). — Ueber die Wirkung der künstlichen Höhensonne auf der Stoffwechsel. *Monatschr. f. Kinderh., Berl.*, 1921-22, XXII, 260-264.
- LEDENT (R.). — L'actinothérapie. *Ann. de Méd. Phys., Anvers*, 1923, XVII, 104-114.
- LIGNIÈRES. — Les rayons ultra-violets et leur emploi dans le traitement du rachitisme. *Thèse de Paris*, 1925 (BIBLIOGRAPHIE).
- MALES (B.). — Action de la lumière sur la consommation de l'oxygène par la grenouille. *C. R. Soc. Bio.* XCIII, 1335-1336, 1925.
- MARTINEZ AQUILERA (F.). — Observaciones sobre los banos de sol. *Med. Ibero Madrid*, 1921, XV, 83.
- MATHIEU (G.). — Les indications de l'Héliothérapie à l'altitude. *Rev. Méd. de l'Est, Nancy*, 1923, LI, 227-233.

- MIRAMOND DE LAROQUETTE. — Hélio-thérapie méthodique. *Arch. de méd. et pharm. milit. Paris*, 1921, LXXIV, 451-472. BIBLIOGRAPHIE.
- MOUISSET (F.). — Hélio-thérapie. *Lyon méd.*, 1924, CXXXIV, 776-779.
- NOGIER — L'importance de l'orientation du malade en hélio-thérapie. L'indicateur du zénith. *Lyon méd.*, 1925, CXXXV, 167-170.
- PEE (VAN) (P.). — Les bases physiques de l'hélio-thérapie. *Ann. de méd. phys. Anvers*, 1923, XVII, 93-103.
- PLANK. — A treatise on actinic-ray therapy for physicians (2 nd. ed.), Chicago, 1921.
- REED (C. I.). — Studies on physiological action of light. *Amer. J. Physiol.*, 1925, LXXIV, 511-533.
- RICHTER (E.). — Auswertung des Höhensonnenlichts in spectralanalytischer und mikroskopischer Hinsicht. *Deutsche med. Wchnschr. Leipz. u. Berl.*, 1922, XLVIII, 348.
- ROEMER (J.-F.). — Light. *Clinique, Chicago*, 1922, XLIII, 366-371.
- ROLLIER (A.). — Hélio-thérapie, *Oxford Univ Press*, 1923.
- Hélio-therapy, London, 1923.
 - La technique et les indications de l'hélio-thérapie. *J. de méd. et chir. prat., Paris*, 1923, XCIV, 393-404.
 - Hélio-therapy. *Guy's Hosp. Gaz. Lond.*, 1924, XXXVIII, 227-251.
- ROMICH (S.). — Intermittierende Heliotherapie. *Ztschr. f. phys. u. diätet. Therap. Leipz.*, 1922, XXVI, 16-22.
- ROSSELET (A.). — L'hélio-thérapie, ses bases physiques. *Paris méd.*, 1922, XLIII, 325-327.
- SALEEBY (C. W.). — Sunlight against death. *World's health., Geneva*, 1922, III, 416-423.
- Hélio-therapy and hélio-hygiène. *Med. Press, Lond.*, 1923, CXV, 478-481.
- SALEEBY (C. W.). — The action of sunlight. *Med. Press. Lond.*, 1922, CXII, 558.
- The advance of hélio-therapy. *Nature, Lond.*, 1922, CIX, 663.
- SCHRÖTTER (von) (H.). — Neuere Arbeiten über die Wirkung der Licht-und Warmestrahlen auf den Organismus. Kritisches Referat. *Strahlentherapie. Berl. u. Vien*, 1923-1924, XVI, 93-103.

- SCHWARTZ (R. P.). — Hélio-therapy, *Boston M. and S. J.*, 1924, CXCI, 243-249.
- UMNUS (O.). — Kunstliche Höhensonne und ihre Heilwirkung, Berl., 1921.
- WILLINIS (S.). — Les bases de l'hélio-therapie artificielle. *Clinique, Paris*, XIII, 39-56.
- WITTEK UND MOSER (T.). — Die biologischen Grundlage der Sonnenbehandlung, ihre Indication und Durchführung, besonders im Gebirge. *Verhandel. d. deutsch. orthop. Gesellsch.*, XVI, Kong. 1921, *Stuttg.*, 1922, 47-59.

Froid

- BARBOUR (H. G.) AND HAMILTON (W. F.). — Heat regulation and water exchange. *Amer. J. Physiol., Balt.*, 1925, LXXIII, 321-325, 665-669.
- COHN (H.) UND GESSLER (H.). — Untersuchungen über die Wärmeregulation. *Arch. f. d. ges. Physiol., Berl.*, 1925, CCVII, 396-401.
- COURMONT (J.). — *Pathologie générale*, 121.
- D'ARSONVAL, CHAUVEAU, MAREY, GABRIEL. — *In Physique Biologique*, 780-870.
- FRANK (C.) UND GESSLER (H.). — Die chemische Regulation beim Menschen. *Arch. f. d. ges. Physiol., Berl.*, 1925, CCVII, 376-389.
- GAHWYLER (M.). — Der heutige Stand der Erkältungsfrage. *Schweiz. med. Wchnschr., Basel*, 1922, LII, 648-654.
- GAUTRELET (J.). — La régulation thermique. *Ann. M.*, 1924, XVI, 487.
- GESSLER (H.). — Die Konstanz des Grundumsatzes. *Archiv. f. d. ges. Physiol., Berl.*, 1925, CCVII, 390-395.
- GOTO (K.). — Beitrag zur Kenntnis der chemischen Wärmeregulation der Säugetiere. *Bioch. Ztschr., Berl.*, 1923, CXXXV, 107-121.
- LAMBLING. — *In Precis de Biochimie*, Masson, 3^e éd. 1921, 578.
- MADER (A.). — Ueber die Bedeutung des Corpus striatum für die Wärmeregulation. *Jahrb. f. Kinderh., Berl.*, 1923, LIII, 287-294.

- MAGNE (H.). — Recherches sur le mécanisme du frisson thermique. *J. de physiol. et de path. gén.*, 1919, 527.
- La régulation thermique et le travail musculaire chez l'homme dans leur rapport avec le métabolisme basal. *Bull. soc. scient. d'hygiène alimentaire, Paris*, 1923, XI, 393-401.
- MORAT et DOYON. — In *Traité de physiologie* (BIBLIOGRAPHIE).
- PLAUT (R.). — Die Wärmeregulation bei Mensch und Tier. *Deutsch med. Wchnschr. Leipz. u. Berl.*, 1922, I, 296-298.
- RICHET (Ch.). — In *Dictionnaire de physiologie*. (BIBLIOGRAPHIE).
- RICHET (Ch.) et RICHET (Ch.). — In *Traité de physiologie médico-chirurgicale*, Paris, 1921.
- WIESE (O.). — Ueber den Einfluss von Trockenheit und feuchter Kälte. *Aerztl. Rundschau, München*, 1925, XXXV, 25-29.

Exercices physiques

- BELLST (R.) et TRÈVES (R.). — In *L'examen médical en éducation physique*. Imprimerie des Arts et des Sports, 1926.
- BOIGEY (M.). — In *Manuel scientifique d'éducation physique*. (BIBLIOGRAPHIE). Payot, 1923.
- GALLAVARDIN. — In *La tension artérielle en clinique*. Masson, 2^e éd., 1920, 242-246, 258-259 (BIBLIOGRAPHIE).
- MERKLEN (L.). — Le rythme du cœur au cours de l'activité musculaire et notamment des exercices sportifs. *Thèse de Nancy*, 1926 (BIBLIOGRAPHIE).
- PIÉDALLU (P.). — Les phénomènes cardio-vasculaires engendrés par l'effort. *Thèse de Paris*, 1924 (BIBLIOGRAPHIE).

TABLE DES MATIERES

Introduction	7
<i>Chapitre premier.</i> — Le ski militaire en France, son organisation actuelle	9
<i>Chapitre II.</i> — Action des climats d'altitude sur l'organisme	19
<i>Chapitre III.</i> — Physiologie du ski au point du vue musculaire	69
<i>Chapitre IV.</i> — Observations sur les skieurs.....	73
Conclusions de l'étude des effets physiologiques du sport du ski sur l'organisme.....	95
Conclusions des observations prises à Chamonix en février 1927.....	96
Bibliographie	99



IMP. BOSC FRÈRES & RIOU

◦ 42, QUAI GAILLETON ◦

◦ ◦ ◦ ◦ ◦ LYON ◦ ◦ ◦ ◦ ◦



